



**SKRIPSI – ME-141501**

**ANALISA PERBANDINGAN SINYAL LISTRIK  
PADA SISTEM GENERATOR DENGAN  
MENGUNAKAN OSILOSKOP FEEDBACK CS-4125**

Fuad Muzakki Amnan  
NRP 4210 100 068

Dosen Pembimbing  
Adi Kurniawan, ST., MT.  
Juniarko Prananda, ST., MT.

Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





***BACHELOR THESES – ME141501***

***COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTRIC SIGNAL IN  
GENERATOR SYSTEM USING OSCILLOSCOPE  
FEEDBACK CS-4125***

*Fuad Muzakki Amnan*  
*NRP. 4210 100 068*

*Advisor*  
*Adi Kurniawan, S.T., M.T.*  
*Juniarko Prananda, S.T., M.T.*

*DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING*  
*Faculty of Marine Technology*  
*Sepuluh Nopember Institute of Technology*  
*Surabaya 2017*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **ANALISA PERBANDINGAN SINYAL LISTRIK PADA SISTEM GENERATOR DENGAN MENGGUNAKAN OSILOSKOP CS-4125**

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)  
Program Studi S – 1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FUAD MUZAKKI AMNAN**  
NRP. 4210 100 068

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Adi Kurniawan, S.T., M.T.
2. Juniarko Prananda, S.T., M.T.

(.....)

(.....)

**SURABAYA  
JANUARI 2017**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **ANALISA PERBANDINGAN SINYAL LISTRIK PADA SISTEM GENERATOR DENGAN MENGGUNAKAN OSILOSKOP CS-4125**

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System (MEAS)*  
Program Studi S – 1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FUAD MUZAKKI AMNAN**  
NRP. 4210 100 068

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



**Dr.Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T., M.T.**  
NIP. 19770802 200801 1 007

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



# **ANALISA PERBANDINGAN SINYAL LISTRIK PADA SISTEM GENERATOR DENGAN MENGGUNAKAN OSILOSKOP CS-4125**

**Nama Mahasiswa** : Fuad Muzakki Amnan  
**NRP** : 4210 100 068  
**Jurusan** : Teknik Sistem Perkapalan  
**Dosen Pembimbing** : Adi Kurniawan, S.T., M.T.  
Juniarko Prananda, S.T., M.T.

## **Abstrak**

Generator adalah mesin listrik yang berfungsi untuk mengubah energi gerak / mekanik menjadi energi listrik. Osiloskop adalah perangkat elektronik yang dapat memberikan gambar pada layar (display), dari sinyal listrik yang terhubung ke input. Dengan osiloskop memungkinkan untuk melihat bentuk gelombang dari sinyal listrik. Dalam hal ini input yang diperoleh dari sinyal listrik yang dihasilkan oleh generator. Penelitian ini mengamati bagaimana bentuk sinyal listrik yang dihasilkan oleh generator agar dapat diketahui. Dalam hal ini, digunakan Feedback CS-4125 osiloskop untuk mengukur sinyal-sinyal listrik yang dihasilkan oleh 2 X 600 VA Sistem pembangkit. Pada hasilnya sinyal listrik yang dihasilkan oleh generator tidaklah gelombang halus, melainkan agak kasar.

**Kata kunci** : generator, osiloskop, lissajous, listrik, sinyal, gelombang.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTRIC SIGNAL IN GENERATOR SYSTEM USING OSCILLOSCOPE FEEDBACK CS-4125**

**Nama** : Fuad Muzakki Amnan  
**NRP** : 4210 100 068  
**Department** : Marine Engineering  
**Advisor** : Adi Kurniawan, S.T., M.T.  
Juniarko Prananda, S.T., M.T.

## ***Abstract***

*Generator is an electric machine that serves to transform the mechanical energy to electrical energy. Oscilloscope is an electronic device that can provide an image on the screen (display), of an electrical signal that is connected to the input. With the oscilloscope makes it possible to see the shape of the waveform of an electrical signal. In this case the input obtained from the electrical signal generated generator. This research investigated how the form of electrical signals generated by the generator that can be known. In this case, is used Feedback CS-4125 oscilloscope to measure the electrical signals generated by 2 X 600 VA generator system. At results the electric signal produced by generator is not smooth as well, but little bit rough.*

***Key word:*** *Waveform, power, lissajous, sinewave.*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Segalapuji syukur alhamdulillah saya ucapkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisa Perbandingan Sinyal Listrik pada Sistem Generator dengan Menggunakan Osiloskop Tipe Feedback CS-4125”. Laporan ini disusun untuk memenuhi matakuliah Skripsi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.

Dalam proses penyusunan dan pengerjaan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan moral yang sangat berarti dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta serta kakak adik yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, atas dukungan berupa materiil dan cinta kasih yang diberikan selama ini.
2. Bapak Dr. Eng., M. Badrus Zaman, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya.
3. Bapak Adi Kurniawan, S.T., M.T. dan Bapak Juniarko Prananda, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan bimbingan dan masukan bagi penulis.
4. Bapak Indra Ranu Kusuma, S.T., M.Sc. selaku dosen wali, yang selama ini dengan penuh kesabaran memberikan dukungan dan ilmu yang bermanfaat.
5. Bapak Ir. Sardono Sarwito M.Sc selaku Kepala Laboratorium Marine Electrical and Automation System (MEAS) yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu bagi penulis.

6. Teman-teman Pinisi'10 yang selalu memberikan semangat serta doa dan dukungan.
7. Semua keluarga dari Laboratorium “Marine Electrical and Automation System (MEAS)” baik teknisi, asisten, maupun member Lab yang telah memberikan semangat dan transfer ilmu selama pengerjaan skripsi.
8. Serta bagi pihak lain, teman-teman dan sahabat-sahabatku yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Seperti halnya pepatah “tak ada gading yang tak retak” dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa laporan yang telah dikerjakan masih jauh dari kesempurnaan, dan di butuhkan kritik saran yang membangun bagi penulis. Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Januari 2017

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	v
ABSTRAK .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
BAB 2 DASAR TEORI .....	5
BAB 3 METODOLOGI .....	19
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	23
BAB 5 KESIMPULAN .....	71
DAFTAR PUSTAKA .....	73
BIODATA PENULIS .....	75





## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Generator adalah mesin listrik yang berfungsi untuk mengubah energi gerak/mekanik menjadi energi listrik. Sedangkan genset atau generator set adalah sebuah mesin listrik yang terdiri dari sebuah generator dan motor yang digunakan untuk menggerakkan rotor generator. Pada kapal, genset biasa digunakan sebagai sumber tenaga untuk berbagai kebutuhan elektrik pada kapal seperti lampu, alat navigasi, pompa, dan berbagai peralatan lainnya.

Bila suatu generator mendapat pembebanan lebih dari kapasitasnya bisa mengakibatkan generator tidak bekerja atau rusak. Untuk mengatasi beban yang terus meningkat tersebut bisa diatasi dengan menjalankan generator lain yang kemudian dioperasikan secara paralel dengan generator yang telah bekerja sebelumnya.

Paralel generator dapat diartikan menggabungkan dua buah generator atau lebih dan kemudian dioperasikan secara bersama – sama dengan tujuan :

1. Mendapatkan daya yang lebih besar.
2. Untuk efisiensi (Menghemat biaya pemakaian operasional dan Menghemat biaya pembelian)
3. Untuk memudahkan penentuan kapasitas generator.
4. Untuk menjamin kontinuitas ketersediaan daya listrik.
5. Penggantian operasi generator, apabila salah satu generator akan diistirahatkan atau diperbaiki.

Besarnya tenaga listrik yang di hasilkan oleh generator tergantung pada kapasitas daya yang dapat dibangkitkan oleh generator itu sendiri, sehingga apabila daya yang dibutuhkan

melebihi kapasitas yang dimiliki generator maka akan mengakibatkan generator tidak bekerja atau rusak. Untuk mengatasi hal itu perlu dilakukan paralel generator lainnya, paralel generator juga dibutuhkan pada saat pergantian jam operasi generator, yang dimaksud di sini adalah salah satu dari generator dapat diistirahatkan dan diganti dengan generator yang lainnya. Keuntungannya adalah bila salah satu generator tiba-tiba mengalami gangguan, generator tersebut dapat dihentikan serta beban dialihkan pada generator lain, sehingga pemutusan listrik secara total bisa dihindari.

Paralel generator adalah penggunaan dua atau lebih generator secara bersamaan yang dihubungkan secara paralel.

Besarnya tenaga listrik yang dihasilkan oleh generator tergantung pada kapasitas daya yang dapat dibangkitkan oleh generator itu sendiri, sehingga apabila daya yang dibutuhkan melebihi kapasitas yang dimiliki generator maka akan mengakibatkan generator tidak bekerja atau rusak. Untuk mengatasi hal itu perlu dilakukan paralel generator lainnya, paralel generator juga dibutuhkan pada saat pergantian jam operasi generator, yang dimaksud di sini adalah salah satu dari generator dapat diistirahatkan dan diganti dengan generator yang lainnya. Keuntungannya adalah bila salah satu generator tiba-tiba mengalami gangguan, generator tersebut dapat dihentikan serta beban dialihkan pada generator lain, sehingga pemutusan listrik secara total bisa dihindari.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dibawah ini merupakan beberapa permasalahan yang timbul disaat muncul konsep studi analisa sinyal listrik pada sistem generator:

1. Bagaimana karakteristik gelombang listrik yang dihasilkan generator saat diukur menggunakan osiloskop.
2. Bagaimana perbandingan bentuk gelombang listrik yang dihasilkan generator pada kondisi tanpa beban, berbeban, dan diparalelkan.
3. Bagaimana karakteristik gelombang yang baik.

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan permasalahan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dalam tugas akhir ini, fokus terhadap analisa karakteristik gelombang listrik yang dihasilkan oleh generator.
2. Jenis generator yang digunakan adalah yang terdapat generator listrik 2 x 600 VA yang ada di laboratorium listrik kapal.
3. Osiloskop yang digunakan adalah Feedback tipe CS-4125.

### **1.4 Tujuan Skripsi**

1. Mengetahui karakteristik gelombang listrik yang dihasilkan generator saat diukur menggunakan osiloskop.
2. Membandingkan bentuk gelombang yang dihasilkan generator pada kondisi tanpa beban, berbeban, dan diparalelkan saat diukur menggunakan osiloskop.
3. Mempelajari karakteristik gelombang yang baik.

### **1.5 Manfaat Skripsi**

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini diharapkan menghasilkan hasil penelitian yang bermanfaat dalam pengoperasian generator. Manfaat yang didapat dari hasil

penelitian ini adalah diketahuinya karakteristik gelombang dari listrik yang dihasilkan oleh generator. Sehingga pengoperasian generator secara optimal dapat tercapai.

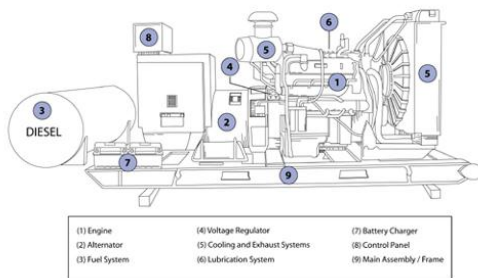
## BAB 2

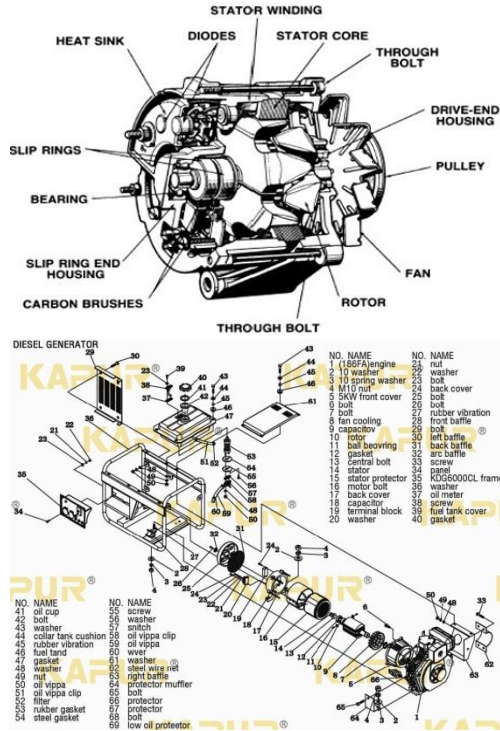
### DASAR TEORI

#### 2.1 Pengertian Generator

Generator listrik adalah sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Walau generator dan motor punya banyak kesamaan, tapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan aliran air tapi tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokat maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam, turbin angin, engkol tangan, energi surya atau matahari, udara yang dimampatkan, atau apa pun sumber energi mekanik yang lain.

Illustration2: Main Components





**Gambar 2.1 Generator**

**Sumber :** <http://www.sewarentalgenset.com/wp-content/uploads/2012/05/komponen-mesin-sewa-genset.jpg>

### 2.1.1 Pengertian Paralel Generator

Paralel generator dapat diartikan menggabungkan dua buah generato ratau lebih dan kemudian dioperasikan secara bersama – sama dengan tujuan :

1. Mendapatkan daya yang lebih besar.
2. Untuk efisiensi (Menghemat biaya pemakaian operasional danMenghemat biaya pembelian)
3. Untuk memudahkan penentuan kapasitas generator.

4. Untuk menjamin kontinuitas ketersediaan daya listrik.

### **2.1.2Sinkronisasi**

Jika kita hendak memparalelkan dua generator atau lebih tentunya kita harus memperhatikan beberapa persyaratan paralel generator tersebut. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi adalah,

1. Tegangan kedua generator harus mempunyai amplitudo yang sama.
2. Tegangan kedua generator harus mempunyai frekwensi yang sama, dan
3. Tegangan antar generator harus sefasa.

Dengan persyaratan diatas berlaku apabila

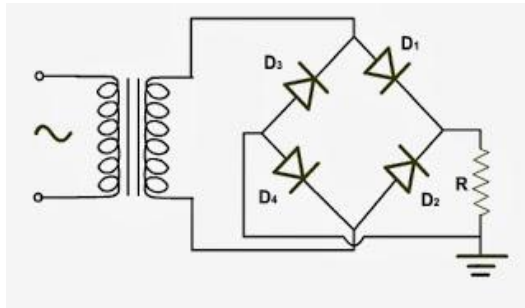
1. Lebih dari dua generator yang akan kerja paralel.
2. Dua atau lebih sistem yang akan dihubungkan sejajar.

Generator atau pusat tenaga listrik yang akan dihubungkan pada sebuah jaringan. Metoda sederhana yang dipergunakan untuk mensinkronkan dua generator atau lebih adalah dengan mempergunakan sinkroskop lampu. Yang harus diperhatikan dalam metoda sederhana ini adalah lampu – lampu indikator harus sanggup menahan dua kali tegangan antar fasa.

## **2.2 Rectifier**

Rectifier adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sinyal sumber arus searah (DC). Gelombang AC yang berbentuk gelombang sinus hanya dapat dilihat dengan alat ukur CRO. Rangkaian rectifier banyak menggunakan transformator step down yang

digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi transformator yang digunakan. Penyearah dibedakan menjadi 2 jenis, penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh, sedangkan untuk penyearah gelombang penuh dibedakan menjadi penyearah gelombang penuh dengan center tap (CT), dan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan dioda bridge.



<http://electrozone94.blogspot.co.id/2013/10/penyearah-rectifier.html>

### 2.3 Osiloskop

Osiloskop merupakan suatu peralatan elektronik yang dapat memberikan gambar pada layarnya (display), dari suatu sinyal listrik yang dihubungkan pada inputnya. Dengan osiloskop memungkinkan untuk melihat bentuk dari persamaan gelombang suatu sinyal listrik. Dalam hal ini input didapatkan dari sinyal listrik yang dihasilkan generator



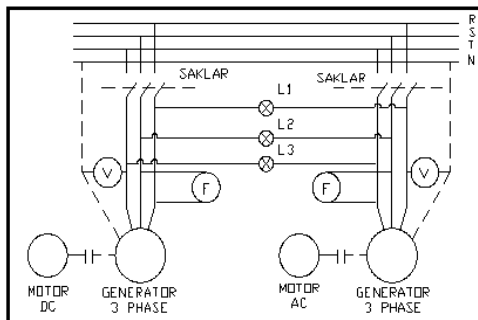


Gambar 2.3.1: Osiloskop merek Feedback tipe CS-4125

## 2.4 Metode Paralel Generator

### 2.4.1. Metode hubungan lampu gelap – gelap

Pada metode ini seluruh lampu dihubungkan pada fase yang sama sehingga semua lampu gelap (mati bersamaan dan menyala bersamaan).



Gambar 2.4.1. Rangkaian metode hubungan lampu gelap-gelap

### *Modul Praktikum Listrik & Otomasi 1*

Pada gambar tersebut tampak bahwa ketiga lampu dihubungkan pada phase-phase yang sama. Lampu  $L_1$

dihubungkan pada phase  $R_1$  dan phase  $R_2$  ; lampu  $L_2$  dihubungkan pada phase  $S_1$  dan phase  $S_2$  ; sedangkan lampu  $L_3$  dihubungkan pada phase  $T_1$  dan phase  $T_2$ .

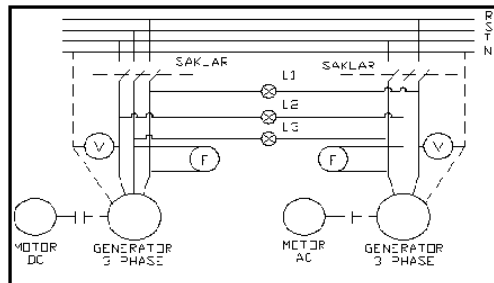
Apabila rangkaian paralel itu benar ( urutan fasa sama ) ketiga lampu akan menyala-mati-menyala secara bersamaan dengan tempo yang lambat. Untuk mengetahui fasa kedua tegangan sama, saklar ditutup. Apabila fasa ke dua tegangan sama, maka ketiga lampu akan mati.

buku marine electrical, sardono sarwito, hal 57

#### 2.4.2. Metode hubungan lampu gelap – terang

Pada metode ini dua lampu menyala tetapi yang satu tidak, ada komponen yang tidak dihubungkan dengan fase yang sama, sehingga nyala lampu seperti flip-flop.

Pada metode ini, rangkaian disusun sebagai berikut :



Gambar 2.4.2. Rangkaian Metode Hubungan Lampu Gelap Terang

#### *Modul Praktikum Listrik & Otomasi 1*

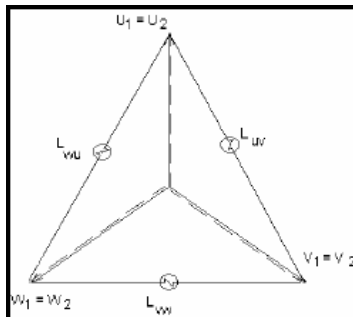
Pada gambar tersebut tampak bahwa ketiga lampu dihubungkan pada phase-phase yang telah ditentukan. Lampu  $L_1$  dihubungkan pada phase  $R_1$  dan phase  $R_2$  ; lampu  $L_2$  dihubungkan pada phase  $S_1$  dan phase  $T_2$  ; sedangkan lampu  $L_3$  dihubungkan pada phase  $T_1$  dan phase  $S_2$ .

Jika rangkaian untuk paralel itu benar (urutan fasa sama), lampu L1, L2 dan L3 akan hidup mati dengan frekuensi  $f_1 - f_g$  cycle. Maksudnya ketiga lampu tersebut akan hidup mati secara bergantian hingga sangat lambat pergantiannya. Setelah itu saklar ditutup untuk mengetahui bahwa fasa kedua tegangan sama. Apabila fasa kedua tegangan sama maka L1 akan mati, sedangkan L2 dan L3 akan menyala.

[buku marine electrical, sardono sarwito, hal 57](#)

### 2.4.3. Metode hubungan lampu terang – terang

Cara kerja metode ini sama dengan metode gelap-terang. Apabila rangkaian paralel itu benar (urutan fasa sama) ketiga lampu menyala terang secara bersamaan dengan tempo yang lambat. Untuk mengetahui fasa kedua generator sama, saklar ditutup.



Gambar 2.4.3 Beda tegangan antara fasa sinkronoskop  
lampu terang

[eprints.undip.ac.id/2327/1/Paralel\\_Generator.pdf](http://eprints.undip.ac.id/2327/1/Paralel_Generator.pdf)

## 2.5 Alat – Alat Sinkronisasi

- Alternator control

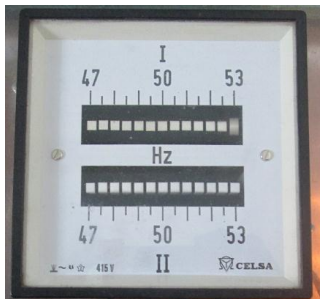
Alat untuk mengetahui tegangan antar fasa dengan netral. Bila ingin mengetahui tegangan salah satu fasa maka selector kearah fasa yang dimaksud.



Gambar 2.5.1 Alternator Control

<http://www.holden.co.uk/displayproducts.asp?sg=1&agCode=0450>

- Double Frequency Meter  
Menampilkan nilai frekuensi dari kedua sumber AC.



Gambar 2.5.2. Double Frequency Meter

- Double Voltmeter

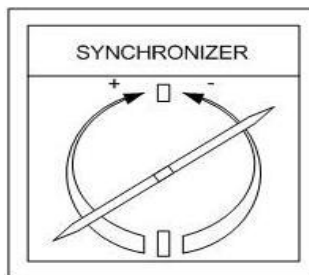
Adalah voltmeter dengan tampilan 2 pengukuran tegangan yaitu tegangan dari peralatan yang akan disinkron (generator) dan tegangan sistem yang bekerja simultan.



Gambar 2.5.3. *double voltmeter*

#### ▪ Synchronizer

Bila jarum synchronizer berputar ke kiri, maka tegangan atau frekuensi jaringan lebih besar dari generator. Sebaliknya bila jarum synchronizer berputar ke kanan maka tegangan atau frekuensi generator lebih besar dari jaringan. Dan bila jarum synchronizer berhenti tepat ditengah maka tegangan sama dengan jaringan atau sumber listrik yang diparalel.



Gambar 2.5.4. Differential frequency

<http://imroee.blogspot.com/2011/02/operasi-paralel-generator.html>

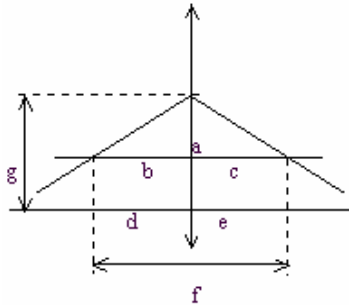
## 2.6 Load Share dan Aplikasinya

Load Share adalah pembagian beban pada 2 buah generator. Pada awal mula dioperasikan hanya menggunakan 1 buah generator yang menanggung semua beban, setelah 2 generator bisa dioperasikan secara paralel maka beban akan dibagi rata pada tiap generator.

### 2.6.1. Konsep pada load sharer

Permasalahan yang pasti timbul untuk memparalelkan generator dengan kapasitas yang berbeda adalah terjadinya overload pada generator yang kapasitasnya lebih rendah. Untuk mengatasi permasalahan ini terlebih dahulu kita mengetahui karakteristik dari setiap generator. Karakteristik yang dimaksud adalah karakteristik daya terhadap putaran atau frekwensi. Selain itu karakteristik dari masing – masing generator harus mempunyai droop yang sama. Dengan karakteristik yang demikian kita dapat melakukan pengaturan daya generator sehingga dapat mencapai prosentase yang sama pada masing – masing unit generator yang diparalel. Implementasi dari karakteristik tersebut adalah dengan diagram karakteristik frekwensi - daya. Supaya terjadi distribusi beban seperti pada diagram karakteristik, maka antar generator dioperasikan pada kecepatan bersama yang besarnya adalah sebagai berikut,

$$\text{Kecepatan bersama} = b/d * g \text{ atau } = c/e * g (\%)$$



Gambar 2.6.1. Diagram Karakteristik Frekuensi Terhadap Daya Dua Genset

*eprints.undip.ac.id/2327/1/Paralel\_Generator.pdf*

dimana,

- a. Frekuensi atau putaran bersama.
- b. Beban pada genset 1.
- c. Beban pada genset 2
- d. Kapasitas genset 1.
- e. Kapasitas genset 2
- f. Total beban kedua genset.
- g. Putaran atau frekwensi tanpa beban dari kedua genset.

Dengan demikian bila dua generator yang berkerja secara parallel dan jika salah satu generator karakteristik dropnya dinaikkan maka akan mengakibatkan,

- 1. Frekwensi akan naik.
- 2. Daya yang disediakan oleh generator yang dinaikkan karakteristik droopnya akan bertambah.

Untuk mendapatkan putaran generator dengan pembagian bebyang demikian dapat digunakan formula

$$S_{al} = S_{nl} [(available\ KW\ load / rated\ KW) \times (S_{nl} - S_{fl})]$$

dimana,

$S_{al}$  adalah Putaran pada saat beban yang dibangkitkan

$S_{fl}$  adalah Putaran pada saat beban penuh

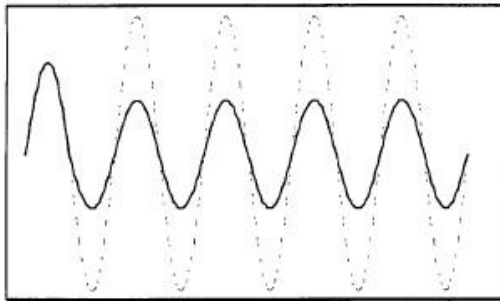
$S_{nl}$  adalah Putaran pada saat beban kosong

Dengan demikian genset dengan kapasitas yang berbeda dapat secara aman diparalel dan menanggung beban secara proporsional sesuai dengan kapasitasnya.

Namun demikian penggunaannya di dunia perkapalan masih menjadi kekhawatiran di pihak perancang mengenai arus pembebanan pada masing – masing generator.

## 2.7 Undervoltage

Undervoltage adalah turunnya amplitud tegangan rms dalam waktu yang cukup lama (lebih dari satu menit).



Gambar 2.7 Undervoltage dan Overvoltage

Penyebabnya terjadinya undervoltage adalah karena pengkawatan pada system yang kurang baik dan pembebanan yang berlebih pada system (overloaded).



## 2.8 Overvoltage

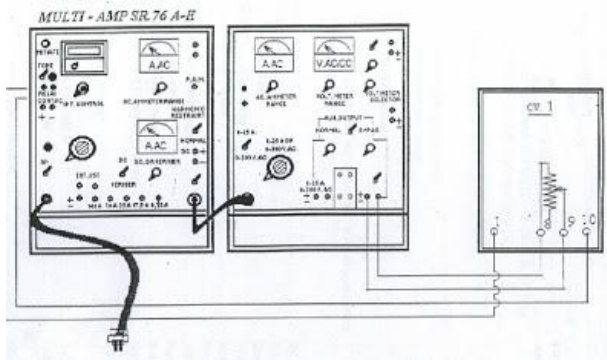
Sedangkan overvoltage adalah naiknya amplitudo tegangan rms dalam waktu yang cukup lama (lebih dari 1 menit). Sedangkan penyebab terjadinya overvoltage karena seting tap tranformator yang kurang sesuai dan pembebanan yang kurang pada system (underloaded). Selain itu dapat disebabkan oleh AVR ( Automatic Voltage Regulator).

## 2.9 Akibat Dari Undervoltage dan Overvoltage

Akibat dari terjadinya undervoltage dan Overvoltage adalah degradasi pada peralatan elektronik (berkurangnya masa penggunaan alat), dapat merusak belitan rotor, motor cepat panas

## 2.10 Cara Mengatasi Undervoltage dan Overvoltage

Cara mengatasi undervoltage dan Overvoltage dapat menggunakan undervoltage relay ( UVR). Sedangkan untuk overvoltage dapat digunakan overvoltage relay (OVR)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **BAB 3**

### **METODOLOGI**

#### **3.1. Umum**

Metodologi merupakan kerangka dasar dari tahapan penyelesaian skripsi. Metodologi penulisan pada skripsi ini mencakup semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau proses analisa terhadap permasalahan pada skripsi.

#### **3.2. Urutan Pelaksanaan Pengerjaan Skripsi**

##### **3.2.1. Studi Literatur**

Dilakukan untuk memperoleh dasar-dasar teori dan berbagai informasi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Dalam hal ini telaah pustaka dilakukan melalui jurnal, paper, buku, dan media lain yang menunjang penulisan skripsi ini.

##### **3.2.2. Pengumpulan Data**

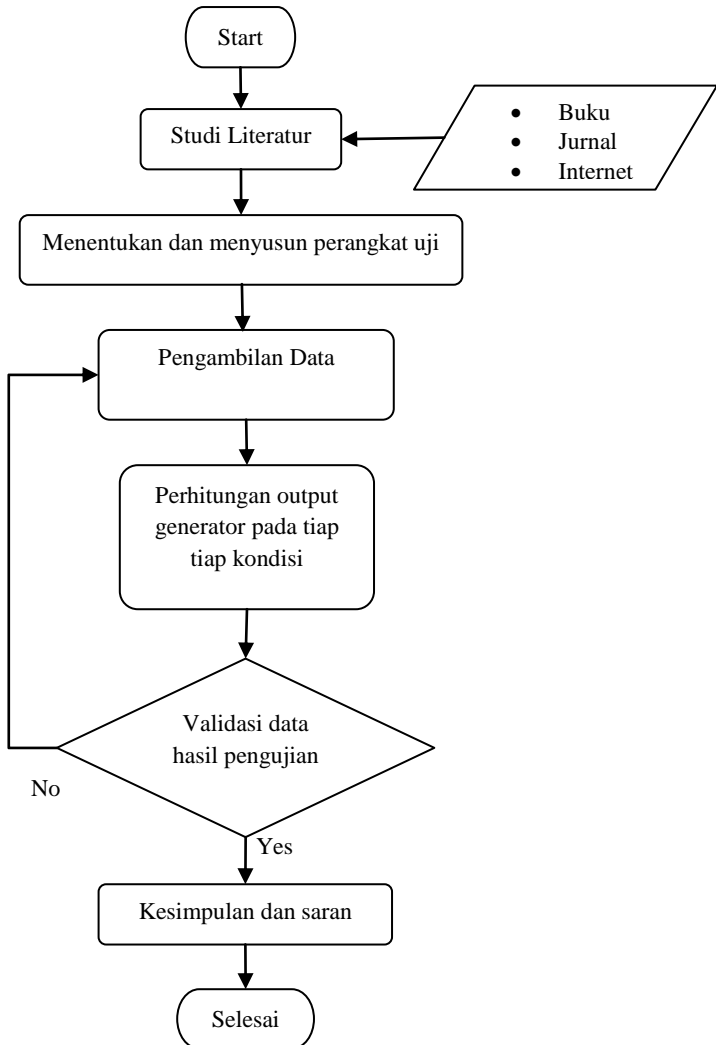
Pengambilan data bertujuan untuk mendapatkan data penunjang yang digunakan untuk melakukan perhitungan terhadap parameter – parameter yang telah ditentukan.

##### **3.2.3 Analisa Data dan Pembahasan**

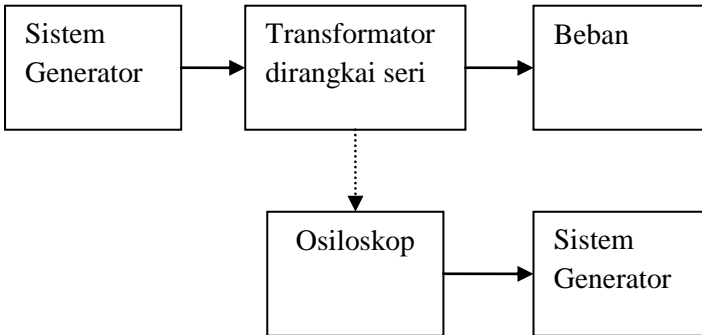
Tahapan yang dilakukan selanjutnya adalah analisa data dan pembahasan, yaitu melakukan perhitungan atas data praktikum yang telah didapatkan sehingga dapat dibuat grafik hubungan antara beberapa parameter yang telah ditentukan sebelumnya guna menjawab rumusan masalah dari pengerjaan tugas akhir kali ini.

#### **3.2.4. Kesimpulan dan Saran**

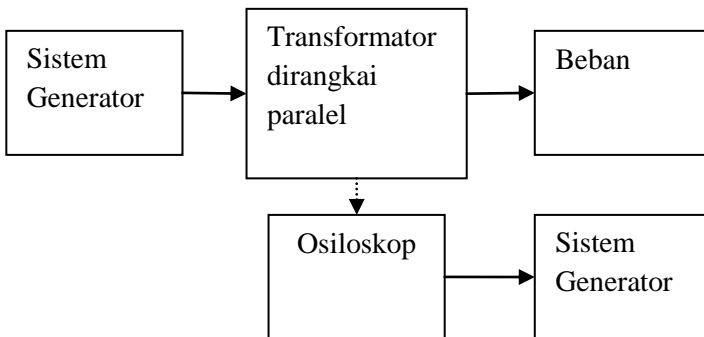
Setelah dilakukannya proses analisa data, tahapan selanjutnya adalah menarik kesimpulan atas hasil penelitian yang telah di dapatkan. Kesimpulan berdasarkan atas analisa data dan dasaran teori. Kemudian dilakukan pemberian saran kepada pihak – pihak yang berkaitan untuk melakukan analisa lebih lanjut terhadap tugas akhir yang dikerjakan.



Gambar 3.1. Diagram alir penulisan Tugas Akhir



Gambar 3.2. Rangkaian pengukuran arus



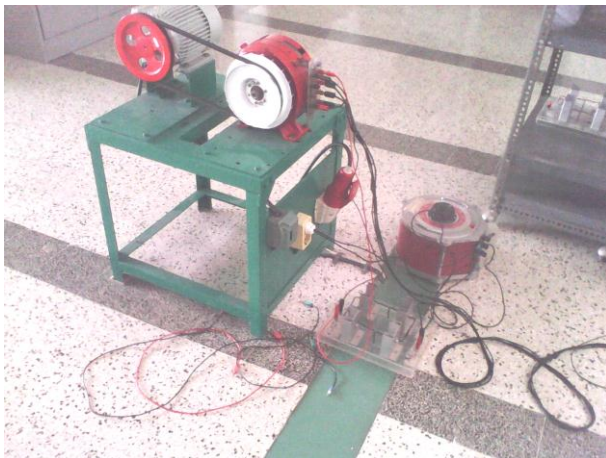
Gambar 3.3. Rangkaian pengukuran tegangan

## **BAB 4**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Alat yang Diuji**

- Generator 1  
Genarator ini adalah generator AC 3 fasa yang digerakkan oleh motor AC asinkron 3 fasa.



Gambar 4.1.1 Generator 1

- Generator 2  
Generator ini adalah generator AC 3 fasa yang digerakkan oleh motor DC.



Gambar 4.1.2 Generator 2

- Rangkaian beban

Beban yang diberikan pada generator adalah :

- Lampu pijar 40 watt x 3
- Lampu fluorescent 40 watt x 3
- Tambahan kapasitor untuk lampu fluorescent



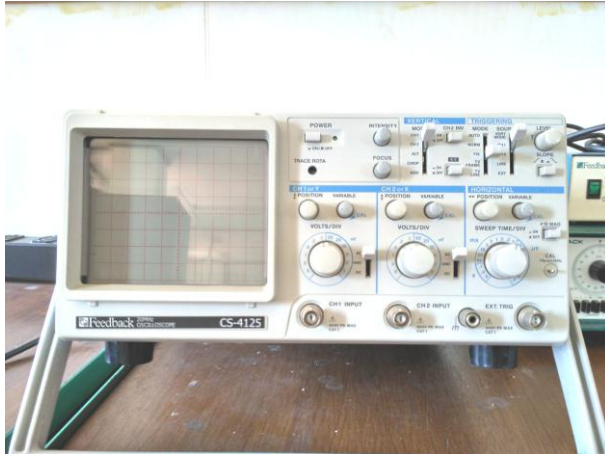
Gambar 4.1.3 Rangkaian beban



## 4.2 Alat Penguji

### A. Osiloskop

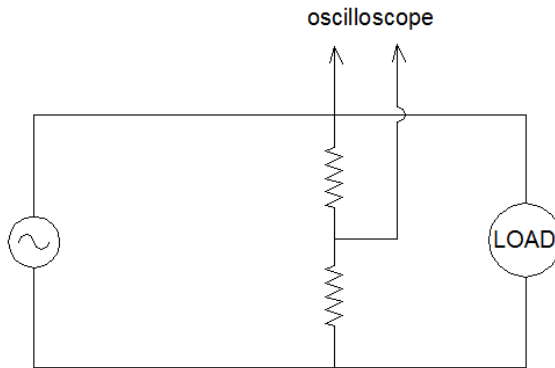
Osiloskop yang digunakan adalah merk Feedback tipe CS-4125 yang ada di Laboratorim listrik kapal



Gambar 4.2.1 Osiloskop Feedback CS-4125

### B. Voltage divider

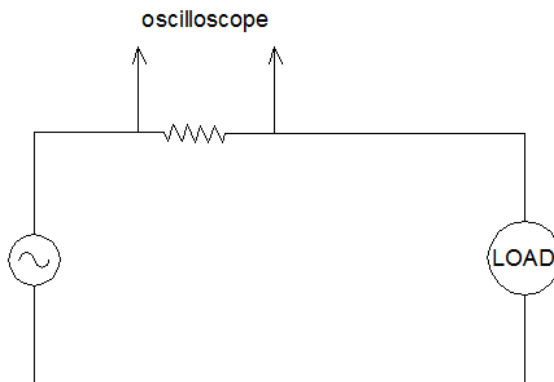
Tegangan yang dihasilkan oleh generator terlalu tinggi sehingga dibutuhkan rangkaian voltage divider agar tegangan dapat diukur oleh osiloskop. Voltage divider adalah rangkaian resistor yang disusun secara seri dengan rasio tertentu untuk menurunkan tegangan sesuai rasio tersebut.



Gambar 4.2.3 Rangkaian Voltage divider

### C. Shunt

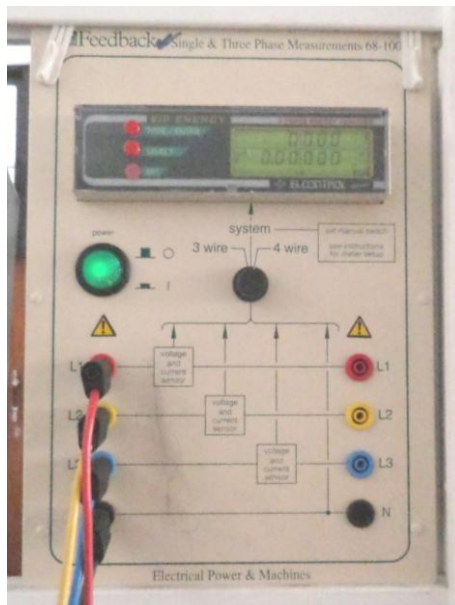
Parameter yang dapat diukur pada osiloskop adalah tegangan. Sedangkan pada percobaan ini juga akan diukur seberapa besar arus yang mengalir. Oleh karena itu digunakanlah Shunt. Shunt adalah resistor dengan resistansi rendah yang dipasang secara seri antara generator dan beban. Pada percobaan ini digunakan shunt berupa kawat nichrome dengan panjang 5 cm dengan resistansi 1 ohm.



### Gambar 4.2.4 Rangkaian Shunt

#### D. Three Phase Measurements

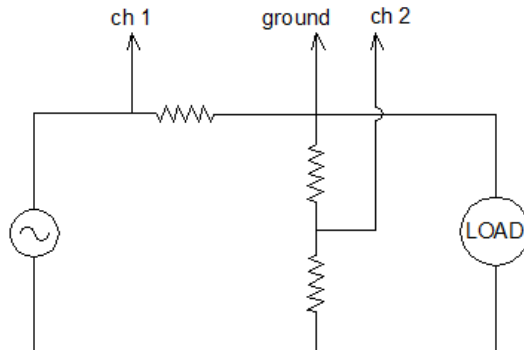
Pada percobaan ini digunakan three phase measurements merk Feedback yang ada di Laboratorium listrik kapal. Data yang dapat diperoleh adalah Tegangan, Arus,  $\cos \phi$ , Daya, dan Frekuensi.



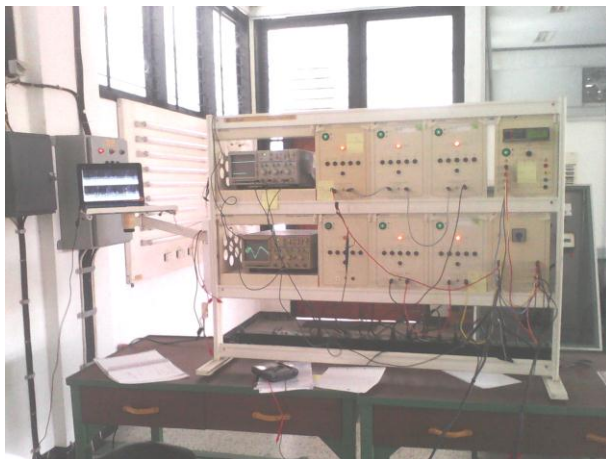
Gambar 4.2.5 Feedback Three Phase Measurements

### 4.3 Rangkaian Uji

Rangkaian alat uji yang digunakan adalah



Gambar 4.2.6 Rangkaian uji input osiloskop



Gambar 4.2.6 Rangkaian Alat Uji

4.4 Data Pengujian

Tabel 4.4.1 Data pengujian pada generator 1 (penggerak motor AC)

Beban	Tegangan	Arus	Daya	Frekuensi	cos $\phi$	Periode	Skala	Periode	Frekuensi	$\phi$
watt	volt	mA	watt	Hz		div	ms	s	Hz	div
0	380	0	0	53,1		9,4	2	0,0188	53,191489	
120	384	169	112	52,3	1	9,4	2	0,0188	53,191489	0
240	374	337	218	51,7	1	9,4	2	0,0188	53,191489	0
120fl	373	330	119	52,5	0,56	9,4	2	0,0188	53,191489	1,4
240fl	360	570	185	52,2	0,58	9,4	2	0,0188	53,191489	1,4
120c	405	972	145	51,8	-0,22	9,4	2	0,0188	53,191489	-2,8

Tabel 4.4.2 Data pengujian pada generator 1 (penggerak motor AC) lanjutan

Beban	Tegangan	Skala	Tegangan	Arus	Skala	Arus	Arus Eksitasi
watt	div	volt/div	volt	div	Ampere/div	ampere	mA
0	2,4	89	213,6	0	0,43	0	0,945
120	2,2	89	195,8	0,8	0,43	0,344	0,937
240	2,2	89	195,8	1,8	0,43	0,774	0,935
120fl	2,2	89	195,8	1,8	0,43	0,774	0,941
240fl	2,2	89	195,8	3,2	0,43	1,376	0,94
120c	2,4	89	213,6	2,8	0,43	1,204	0,937

Tabel 4.4.3 Data pengujian pada generator 2 (penggerak motor DC)

Beban	Tegangan	Arus	Daya	Frekuensi	cos $\phi$	Periode	Skala	Periode	Frekuensi	$\phi$	$\phi$
watt	volt	mA	watt	Hz		div	ms	s	Hz	div	ms
0	380	0	0	53		9,4	2	0,0188	53,191489		0
120	349	161	97	49,5	1	9,8	2	0,0196	51,020408	0	0
240	322	311	173	46,5	1	10	2	0,02	50	0	0
120f1	338	281	101	50,2	0,61	10	2	0,02	50	1,4	2,8
240f1	308	463	165	47,5	0,67	10	2	0,02	50	1,4	2,8
120c	356	777	128	46,1	-0,26	10	2	0,02	50	-2,8	-5,6

Tabel 4.4.4 Data pengujian pada generator 2 (penggerak motor DC) lanjutan

Beban	Tegangan	Skala	Tegangan	Arus	Skala	Arus	Arus Eksitasi
watt	div	volt/div	volt	div	Ampere/div	Ampere	mA
0	2,2	89	195,8	0	0,43	0	0,735
120	2,2	89	195,8	1	0,43	0,43	0,753
240	2	89	178	1,8	0,43	0,774	0,753
120f1	2	89	178	1,8	0,43	0,774	0,729
240f1	2	89	178	3,2	0,43	1,376	0,725
120c	2,2	89	195,8	4,6	0,43	1,978	0,725

Tabel 4.4.5 Data pengujian pada paralel generator 1 & 2

Beban	Tegangan		Arus	Daya	Frekuensi		cos $\phi$	Periode		Skala	Periode	Frekuensi		$\phi$
	watt	volt	mA	watt	Hz	Hz		div	ms	s	Hz	div	ms	
0		380	0	0	53,5			9,2	2	0,0184	54,347826		0	
120		372	140	30,15	52,5		1	9,2	2	0,0184	54,347826	0	0	
240		370	282	60,41	52,2		1	9,2	2	0,0184	54,347826	0	0	
120fl		360	274	57,11	53		0,59	9,2	2	0,0184	54,347826	1,4	2,8	
240fl		348	530	106,8	52,7		0,6	9,2	2	0,0184	54,347826	1,4	2,8	
120c		387	919	205,9	52,5		-0,24	9,2	2	0,0184	54,347826	-2,8	-5,6	

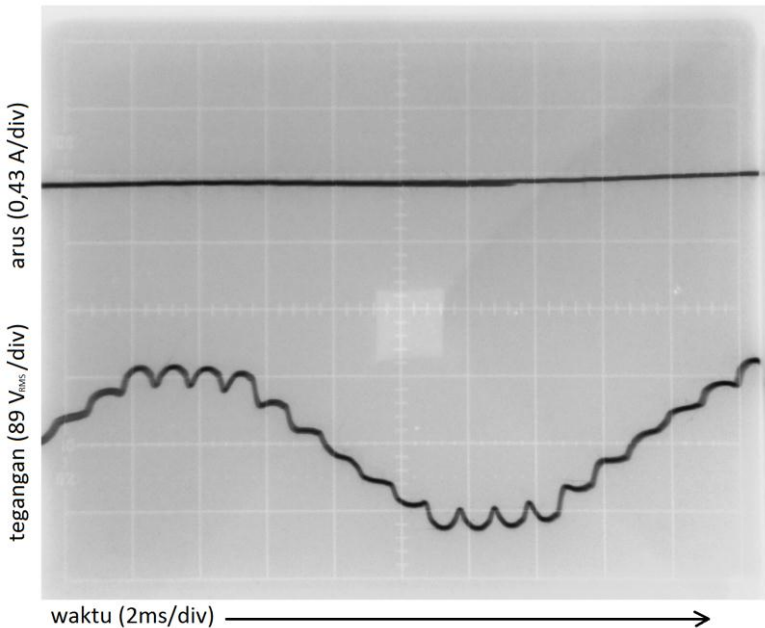
Tabel 4.4.5 Data pengujian pada paralel generator 1 & 2 lanjutan

Beban watt	Tegangan		Skala		Tegangan		Arus		Skala		Arus		Arus Eksitasi	
		div		volt/div		volt		div		Ampere/div		ampere		mA
0		2,2		89		195,8		0		0,43		0		0,945
120		2,2		89		195,8		1		0,43		0,43		0,937
240		2,2		89		195,8		1,8		0,43		0,774		0,935
120fl		2,2		89		195,8		2		0,43		0,86		0,941
240fl		2		89		178		4		0,43		1,72		0,94
120c		2,2		89		195,8		3,4		0,43		1,462		0,937

## 4.6 Analisa Grafik Sinyal Listrik pada Tiap Kondisi

### A. Generator 1 (fixed speed)

#### A.1. Tanpa pembebanan

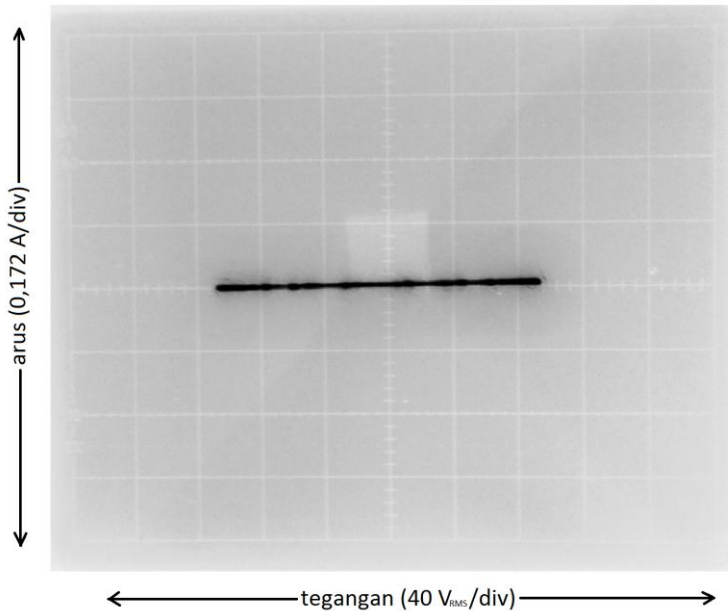


Grafik 4.6.1 Tanpa beban

Berdasarkan grafik diatas, pada kondisi tanpa beban didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik generator yang kurang baik sehingga tidak mampu menghasilkan gelombang sinusoida yang baik. Gelombang dengan tinggi antar puncak sebesar 2,4 div yang ketika dikalikan dengan skala akan



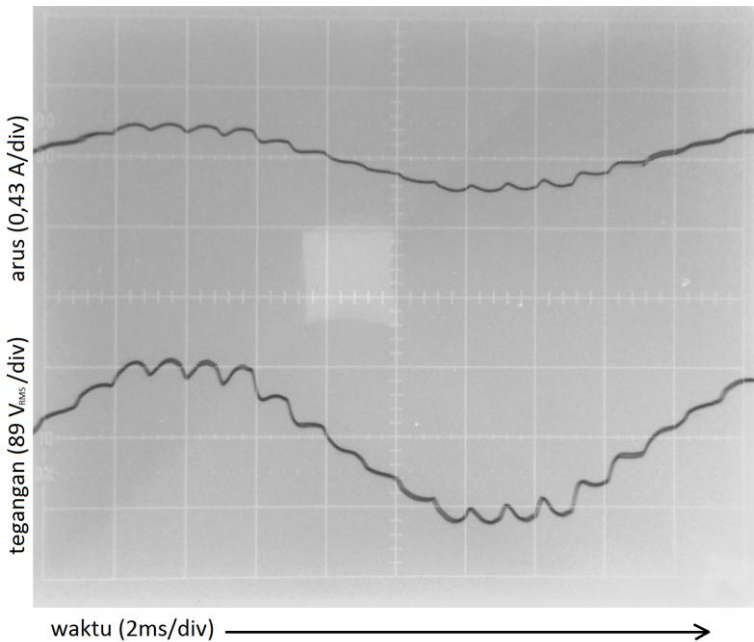
menghasilkan nilai 213 volt Pada grafik arus hanya muncul garis mendatar yang menyatakan bahwa belum ada arus yang mengalir.



Grafik 4.6.2 Kurva lissajous kondisi tanpa pembebanan

Pada grafik lissajous, sumbu X mewakili tegangan dan sumbu Y mewakili arus. Berdasarkan grafik diatas muncul garis horisonta yang menyatakan ada tegangan yang terjadi dan belum ada arus yang mengalir.

## A.2 Pembebanan lampu pijar 120 watt

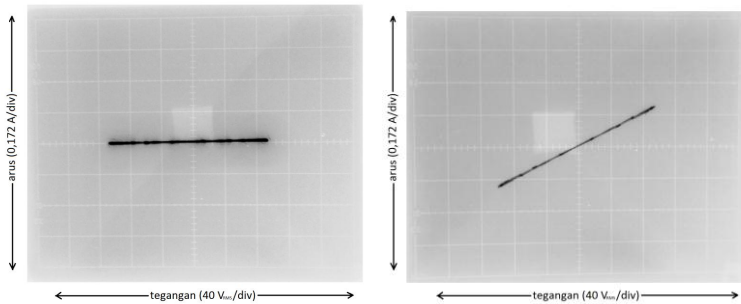


Grafik 4.6.3 Beban lampu pijar 120W

Grafik diatas menunjukkan bahwa pada pembebanan lampu pijar 120 watt didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus dengan tinggi antar puncak sebesar 2,2 div yang ketika dikalikan dengan skala akan menghasilkan nilai 195 volt. Karakteristik generator yang kurang baik menjadi penyebab sehingga tidak mampu menghasilkan gelombang sinusoida yang baik.

Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida sebesar 344 mA yang sama kasarnya dengan grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu pijar adalah

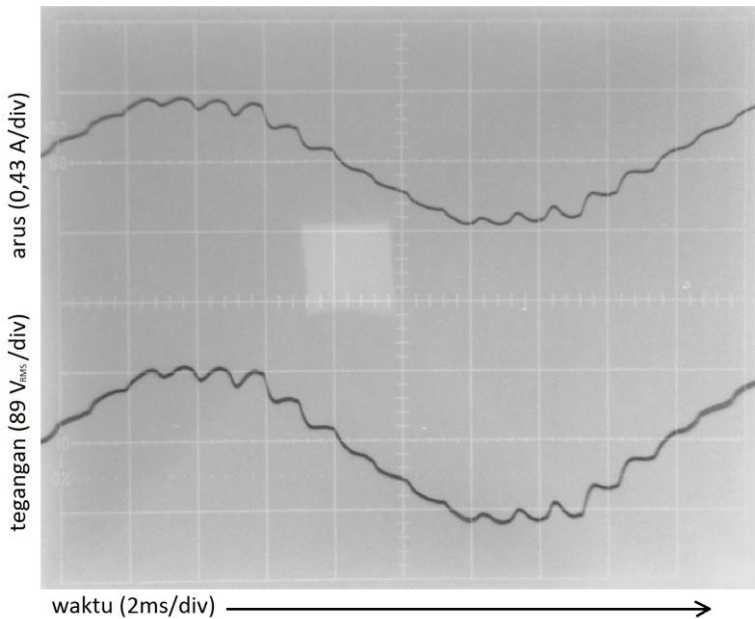
karakteristik pembebanan resistif, yakni arus beban berbanding lurus dengan tegangan.



Grafik 4.6.4 Perbandingan kurva lissajous dari kondisi tanpa beban dan pembebanan lampu pijar 120W

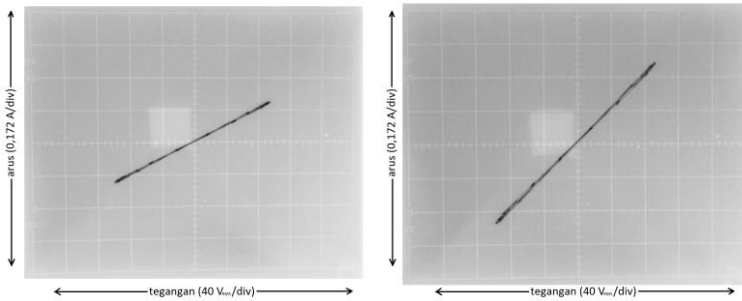
Pada grafik lissajous, sumbu X mewakili tegangan dan sumbu Y mewakili arus. Berdasarkan grafik sebelah kanan muncul garis diagonal yang menyatakan ada tegangan dan arus yang mengalir. Sedangkan pada grafik sebelah kiri hanya muncul garis horizontal seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

### A.3 Pembebanan lampu pijar 240 watt



Grafik 4.6.5 Beban lampu pijar 240W

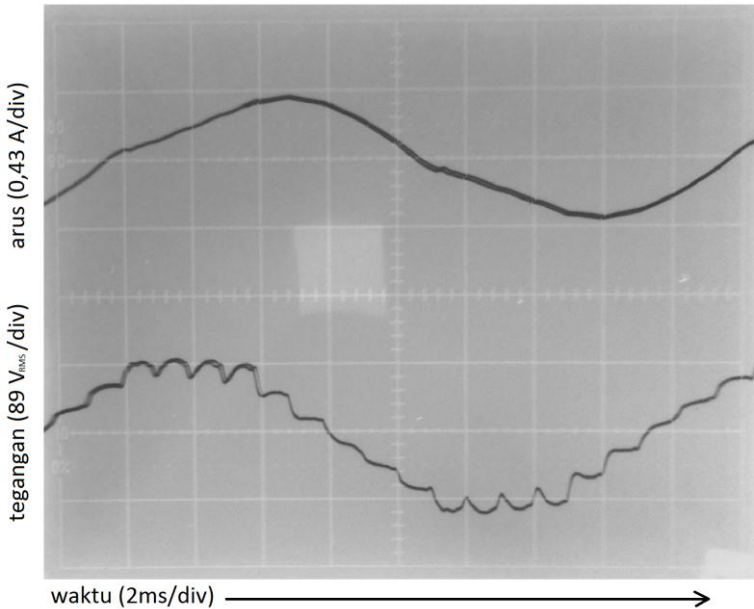
Amplitudo grafik arus pada pembebanan lampu pijar 240 watt lebih besar daripada pembebanan lampu pijar 120 watt, yaitu sebesar 774 mA. Namun karakter gelombangnya masih sama seperti pada pembebanan 120 watt yakni sama kasarnya dengan gelombang tegangan. Untuk besaran tegangan tetap sama yaitu 195 V.



Grafik 4.6.6 Perbandingan kurva lissajous pembebanan lampu pijar 120W dengan 240W

Grafik lissajous dari pembebanan 240 watt lebih tegak daripada pada pembebanan 120 watt. Hal ini menunjukkan bahwa arus yang mengalir lebih tinggi.

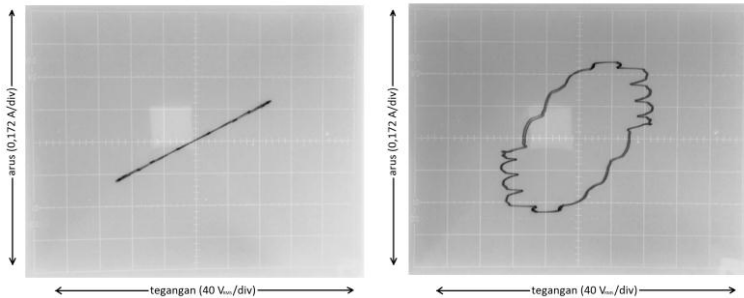
#### A.4. Pembebanan lampu fluorescent 120 watt



Grafik 4.6.7 Beban lampu fluorescent 120W

Pada grafik pembebanan lampu fluorescent 120 watt didapatkan grafik arus berupa gelombang sinusoida yang lebih halus dan terdapat jeda waktu ( $\phi$ ) sebesar 2,8 ms lebih lambat dari grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu fluorescent adalah karakteristik pembebanan induktif, yakni arus listrik mengalir lebih lambat daripada tegangan. Sedangkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang sama tidak halusnnya dibanding grafik sebelumnya. Gelombang tegangan yang dihasilkan memiliki tinggi antar puncak sebesar 2,2 div yang ketika dikalikan dengan skala akan

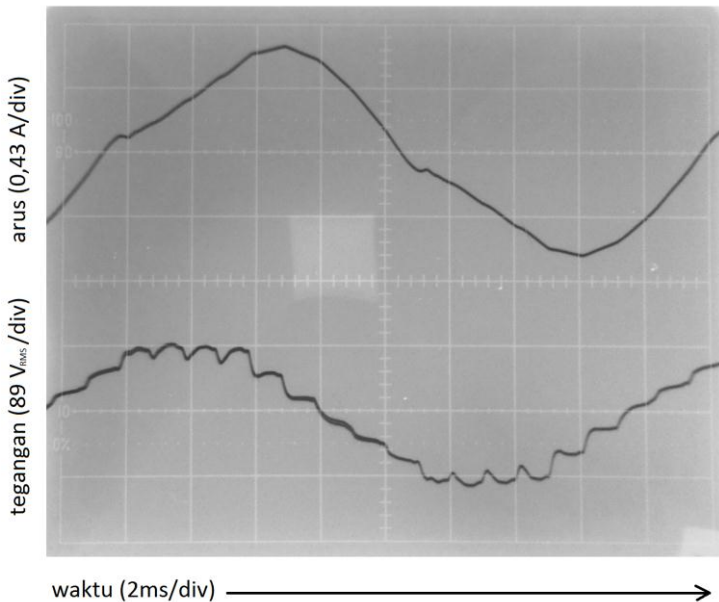
menghasilkan nilai 195 volt, sedangkan gelombang arus yang dihasilkan memiliki tinggi antar puncak sebesar 1,8 div yang ketika dikalikan dengan skala akan menghasilkan nilai sebesar 0,774 ampere.



Grafik 4.6.8 Perbandingan kurva lissajous pembebanan lampu pijar dan lampu fluorescent 120W.

Pada grafik lissajous, yaitu ketika sumbu X mewakili tegangan dan sumbu Y mewakili arus, muncul pola lissajous yang tidak beraturan pada pembebanan lampu fluorescent. Idealnya kurva yang muncul adalah pola lingkaran lonjong diagonal, namun pada kenyataan yang muncul adalah lonjongan tersebut tidak rata. Hal ini berbeda dengan kurva pada saat pembebanan lampu pijar yang hanya muncul garis diagonal.

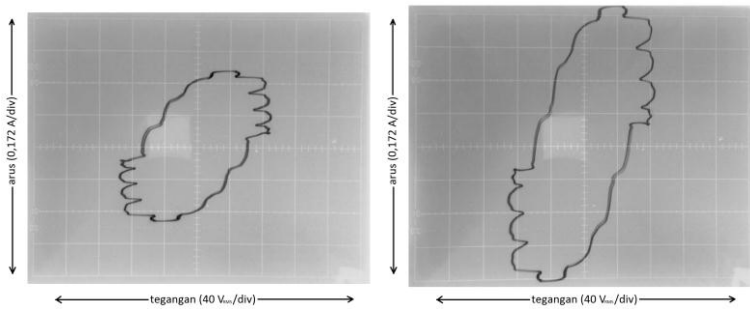
### A.5. Pembebanan lampu fluorescent 240 watt



Grafik 4.6.9 Beban lampu fluorescent 240W

Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang amplitudonya lebih besar dibanding pada pembebanan 120 watt yaitu sebesar 1,376 A serta grafik yang lebih halus dari grafik tegangan. Terdapat pula jeda waktu ( $\phi$ ) sebesar 2,8 ms seperti grafik sebelumnya yang mana lebih lambat dari grafik tegangan. Hal dikarenakan karakteristik pembebanan lampu fluorescent adalah karakteristik pembebanan induktif. Untuk grafik tegangan tetap sama dan tidak ada perubahan.

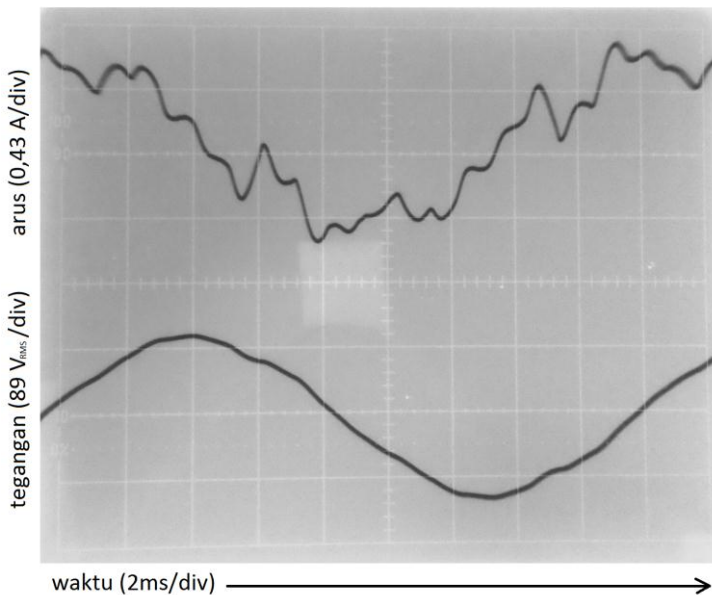




Grafik 4.6.10 Perbandingan kurva lissajous pembebanan lampu fluorescent 120W dan 240W.

Pada umumnya pola lissajous yang dihasilkan dari grafik diatas adalah sama. Tetapi sumbu Y pada pembebanan 240 watt lebih tinggi dari pembebanan 120 watt yang menyebabkan grafik relatif lebih vertikal/tegak.

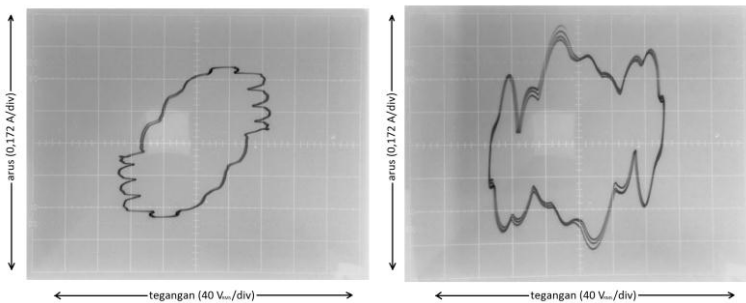
#### A.6. Pembebanan lampu fluorescent 120 watt dengan kapasitor



Grafik 4.6.11 Beban lampu fluorescent 120W  
dengan kapasitor

Pada pembebanan lampu fluorescent 120 watt dengan kapasitor didapatkan grafik tegangan 213 volt berupa gelombang sinusoida yang lebih halus, berbeda dengan beberapa percobaan sebelumnya yang relatif kasar. Hal ini disebabkan oleh karakteristik kapasitor yang dapat menyimpan listrik sehingga dapat mengimbangi karakteristik gelombang dari generator yang kurang baik. Namun kebalikannya, pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang lebih kasar dengan nilai 1,2 A. Gelombang kasar ini terjadi karena dibutuhkan arus untuk mengimbangi kapasitor.

Jeda waktu ( $\phi$ ) juga tetap terjadi yaitu sebesar sebesar 5,6 ms, namun berbeda dari percobaan sebelumnya pada pembebanan induktif yang menghasilkan *lagging*, pada pembebanan kapasitif ini terjadi *leading* yakni gelombang arus lebih mendahului daripada gelombang tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan kapasitor.

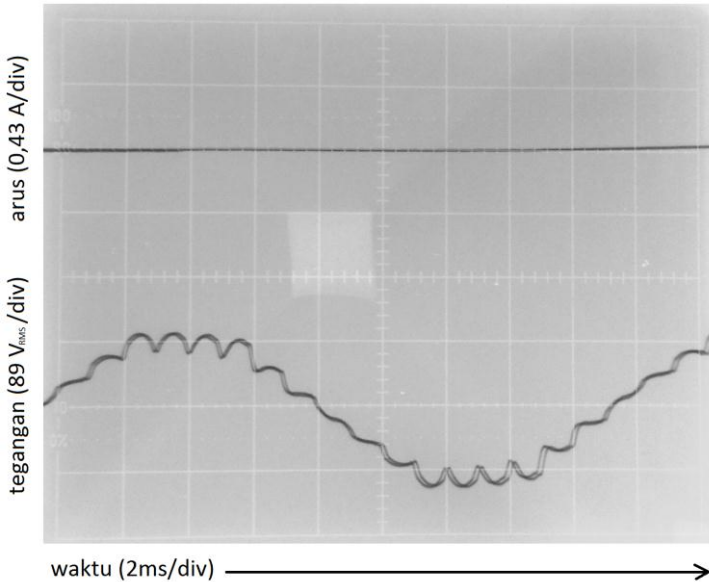


Grafik 4.6.12 Perbandingan kurva lissajous pembebanan lampu fluorescent 120W dan lampu fluorescent 120W dengan kapasitor..

Pada grafik lissajous, sumbu X mewakili tegangan dan sumbu Y mewakili arus. Berdasarkan grafik diatas muncul pola lissajous yang tidak beraturan. Idealnya kurva yang muncul adalah pola lingkaran lonjong yang lebih membulat, namun pada kenyataan yang muncul adalah lonjongan tersebut tidak rata. Hal tersebut berbeda dengan grafik pembebanan tanpa kapasitor yang lebih beraturan dan diagonal.

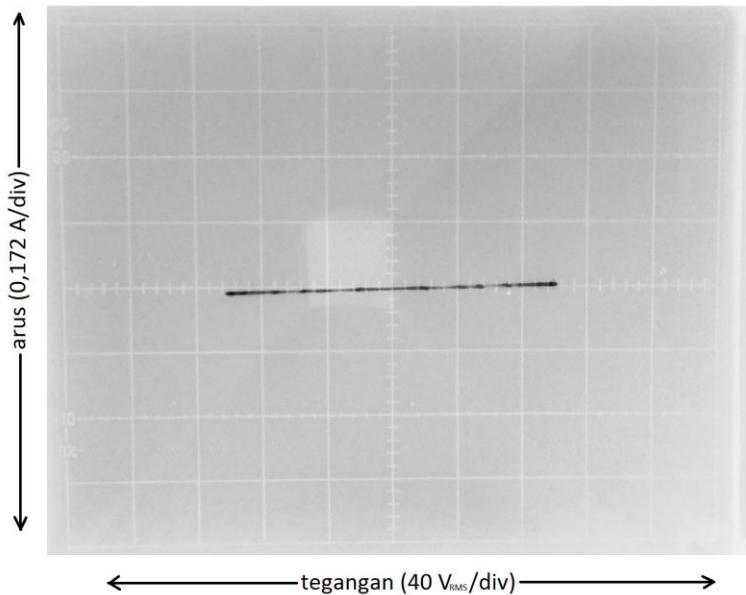
## B. Generator 2 (variable speed)

### B.1 Tanpa beban



Grafik 4.6.13 Tanpa beban

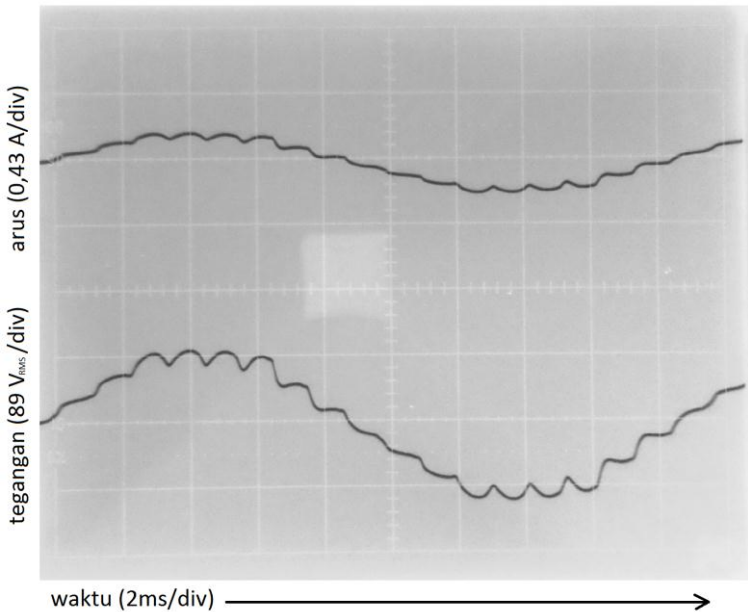
Berdasarkan grafik diatas, pada kondisi tanpa beban didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik generator yang juga kurang baik sehingga tidak mampu menghasilkan gelombang sinusoida yang halus. Besarnya gelombang tegangan adalah 195 volt. Pada grafik arus hanya muncul garis mendatar yang menyatakan bahwa belum ada arus yang mengalir.



Grafik 4.6.14 Kurva lissajous dari grafik 4.6.13

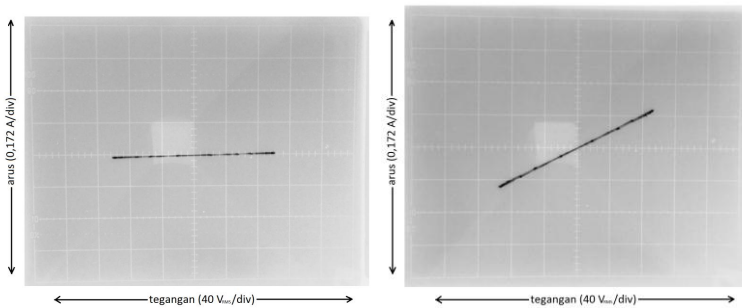
Berdasarkan grafik diatas muncul garis horizontal yang menyatakan ada tegangan yang terjadi dan belum ada arus yang mengalir.

## B.2. Pembebanan lampu pijar 120 watt



Grafik 4.6.15 Beban lampu pijar 120W

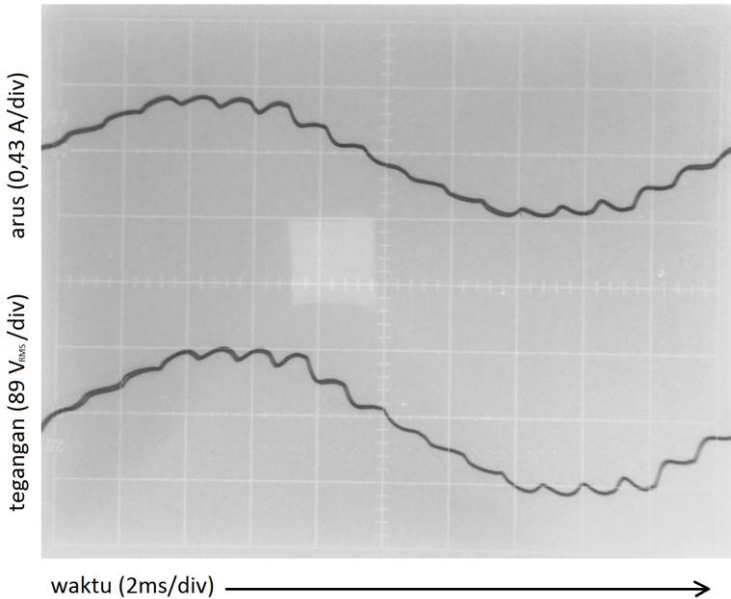
Pada pembebanan lampu pijar 120 watt didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang juga tidak halus. Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang sama kasarnya dengan grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu pijar adalah karakteristik pembebanan resistif, yakni arus beban berbanding lurus dengan tegangan. Gelombang arus yang dihasilkan memiliki tinggi antar puncak sebesar 1 div yang ketika dikalikan dengan skala akan menghasilkan nilai sebesar 0,43 ampere. Untuk gelombang tegangannya yaitu 195 volt (2,2 div).



Grafik 4.6.16 Perbandingan kurva lissajous kondisi tanpa beban dan berbeban lampu pijar 120W

Pada grafik lissajous, sumbu X mewakili tegangan dan sumbu Y mewakili arus. Berdasarkan grafik sebelah kanan muncul garis diagonal yang menyatakan ada tegangan dan arus yang mengalir. Sedangkan pada grafik sebelah kiri hanya muncul garis horizontal seperti yang menandakan tidak adanya arus yang mengalir.

### B.3. Pembebanan lampu pijar 240 watt



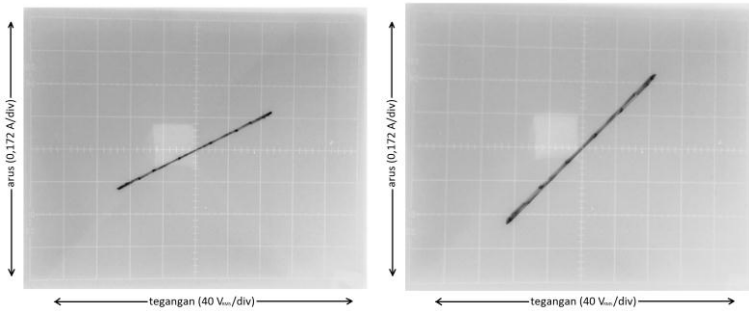
Grafik 4.6.17 Beban lampu pijar 240W

Berdasarkan grafik diatas, pada pembebanan lampu pijar 240 watt didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus sebesar 178 V, turun jauh dari grafik tanpa beban. Hal ini terjadi karena semakin tingginya pembebanan membuat putaran generator melambat dan tegangan ouput berkurang.

Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang sama kasarnya dengan grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu pijar adalah karaktristik



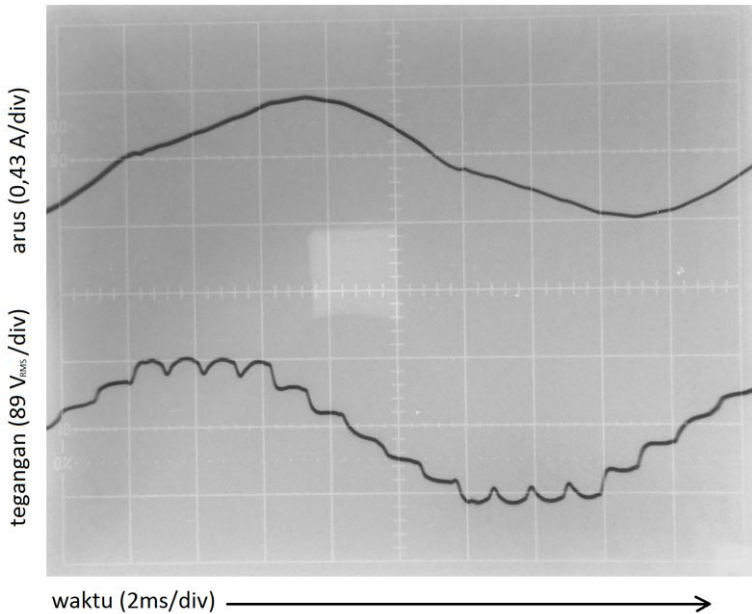
pembebanan resistif, yakni arus beban berbanding lurus dengan tegangan.



Grafik 4.6.18 Perbandingan kurva lissajous kondisi berbeban lampu pijar 120W dan 240W.

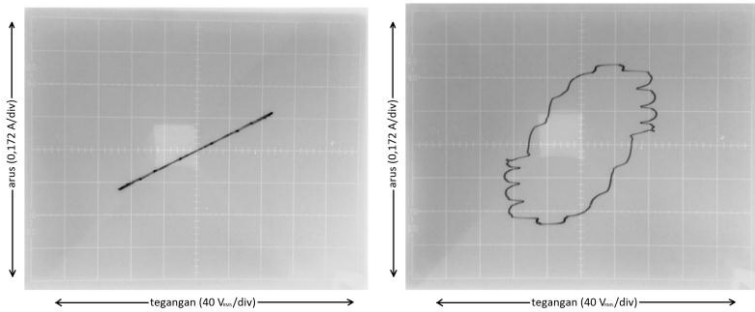
Grafik lissajous diatas menunjukkan kurva dari pembebanan 240 watt lebih tegak daripada pada pembebanan 120 watt. Hal ini menunjukkan bahwa arus yang mengalir lebih tinggi, yakni 0,774 A.

#### B.4. Pembebanan lampu fluorescent 120 watt



Grafik 4.6.19 Beban lampu fluorescent 120W

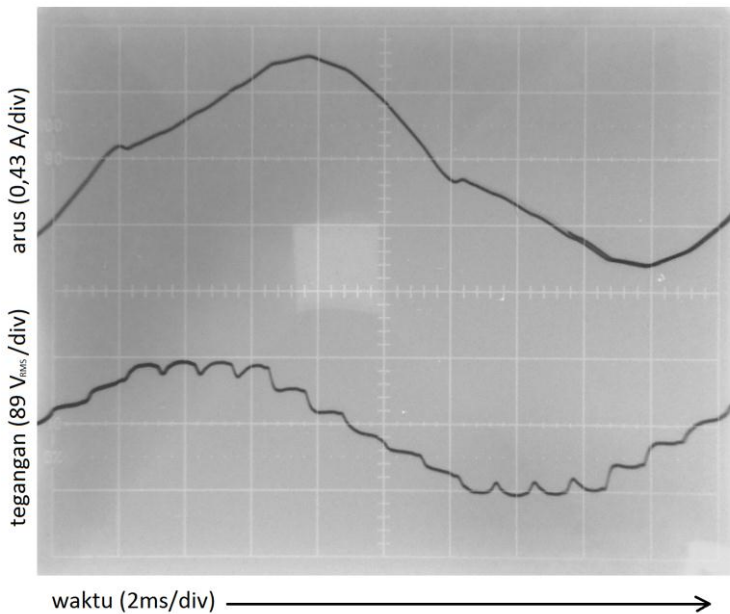
Pada pembebanan lampu fluorescent 120 watt didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus dengan nilai 178 V. Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang lebih halus dengan nilai 0,774 A dan terdapat jeda waktu ( $\phi$ ) sebesar 2,8 ms lebih lambat dari grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu fluorescent adalah karakteristik pembebanan induktif, yakni arus listrik mengalir lebih lambat daripada tegangan.



Grafik 4.6.20 Perbandingan kurva lissajous berbeban lampu pijar dan lampu fluorescent 120W.

Pada grafik lissajous, yaitu ketika sumbu X mewakili tegangan dan sumbu Y mewakili arus, muncul pola lissajous yang tidak beraturan pada pembebanan lampu fluorescent. Idealnya kurva yang muncul adalah pola lingkaran lonjong diagonal, namun pada kenyataan yang muncul adalah lonjongan tersebut tidak rata. Hal ini berbeda dengan kurva pada saat pembebanan lampu pijar yang hanya muncul garis diagonal.

### B.5. Pembebanan lampu fluorescent 240 watt

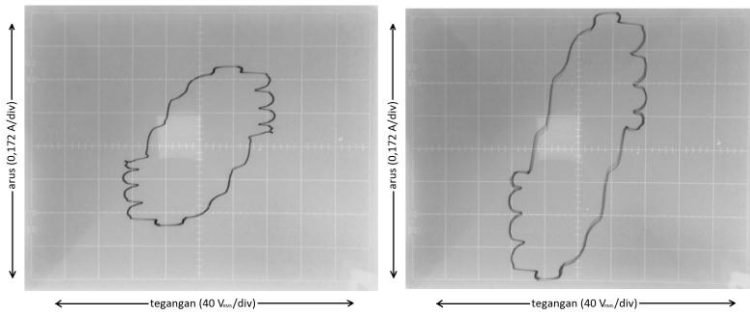


Grafik 4.6.21 Beban lampu fluorescent 240W

Berdasarkan grafik diatas, pada pembebanan lampu fluorescent 240 watt didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik generator yang kurang baik sehingga tidak mampu menghasilkan gelombang sinusoida yang baik.

Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang lebih halus dan terdapat jeda waktu ( $\phi$ ) sebesar 2,8 ms lebih lambat dari grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu fluorescent adalah karakteristik pembebanan induktif, yakni arus listrik mengalir lebih lambat daripada

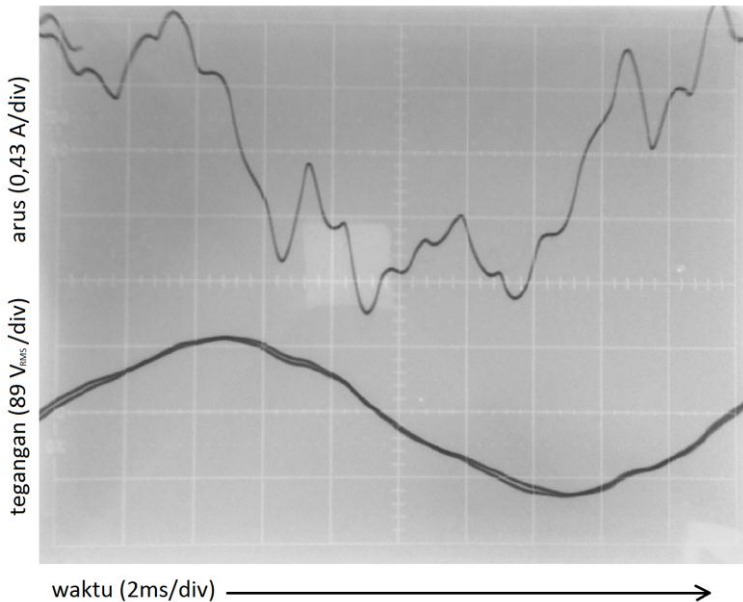
tegangan. Nilai tegangan yang terjadi sebesar 178 V dan nilai arus yang mengalir sebesar 1,376 A.



Grafik 4.6.22 Perbandingan kurva lissajous kondisi beban lampu Fluorescent 120W dan 240W.

Pada umumnya pola lissajous yang dihasilkan dari grafik diatas adalah sama. Tetapi sumbu Y pada pembebanan 240 watt lebih tinggi dari pembebanan 120 watt yang menyebabkan grafik relatif lebih vertikal/tegak.

### B.6. Pembebanan lampu fluorescent 120 watt dengan kapasitor

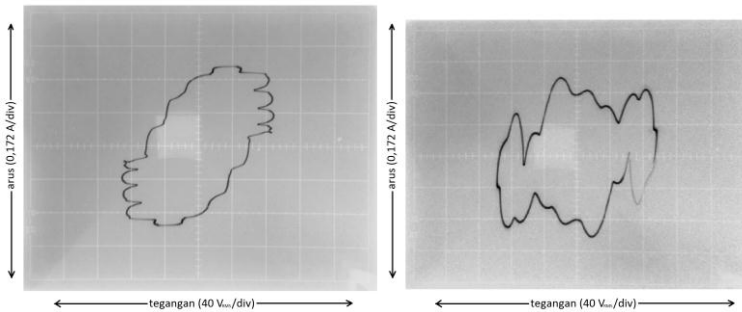


Grafik 4.6.23 Beban lampu fluorescent 120W  
dengan kapasitor

Berdasarkan grafik diatas, pada pembebanan lampu fluorescent 120 watt dengan kapasitor didapatkan grafik tegangan dengan nilai 213 V berupa gelombang sinusoida yang lebih halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik kapasitor yang dapat menyimpan listrik sehingga dapat mengimbangi karakteristik gelombang dari generator yang kurang baik

Arus mengalir sebesar 1,204 A berbentuk gelombang sinusoida yang lebih kasar hal ini terjadi karena dibutuhkan arus untuk mengimbangi kapasitor. Terdapat jeda waktu ( $\phi$ ) sebesar 5,6 ms lebih cepat dari grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan

karena karakteristik pembebanan kapasitor adalah karakteristik pembebanan kapasitif, yakni arus listrik mengalir lebih cepat daripada tegangan.

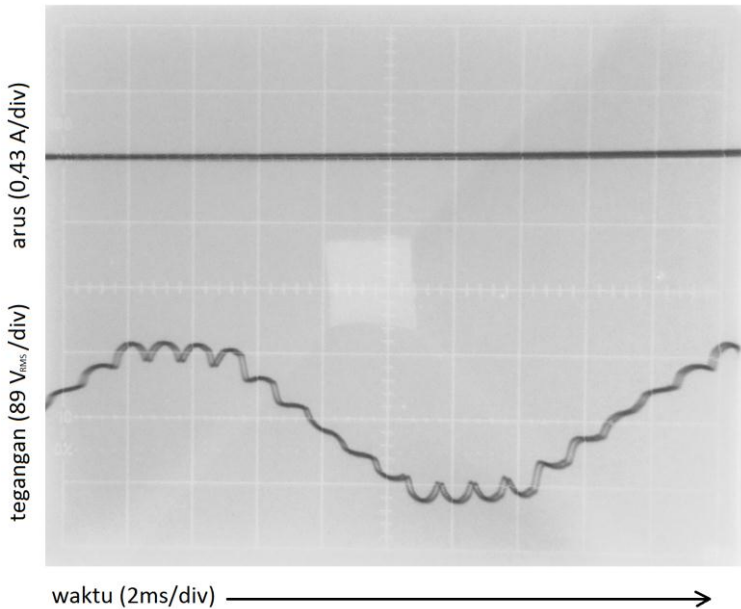


Grafik 4.6.24 Perbandingan kurva lissajous pembebanan lampu fluorescent 120W tanpa kapasitor dan dengan kapasitor.

Berdasarkan grafik diatas muncul pola lissajous yang tidak beraturan. Idealnya kurva yang muncul adalah pola lingkaran lonjong yang lebih membulat, namun pada kenyataan yang muncul adalah lonjongan tersebut tidak rata. Hal tersebut berbeda dengan grafik pembebanan tanpa kapasitor yang lebih beraturan dan tegak.

### C. Generator 1 dan 2 diparalelkan

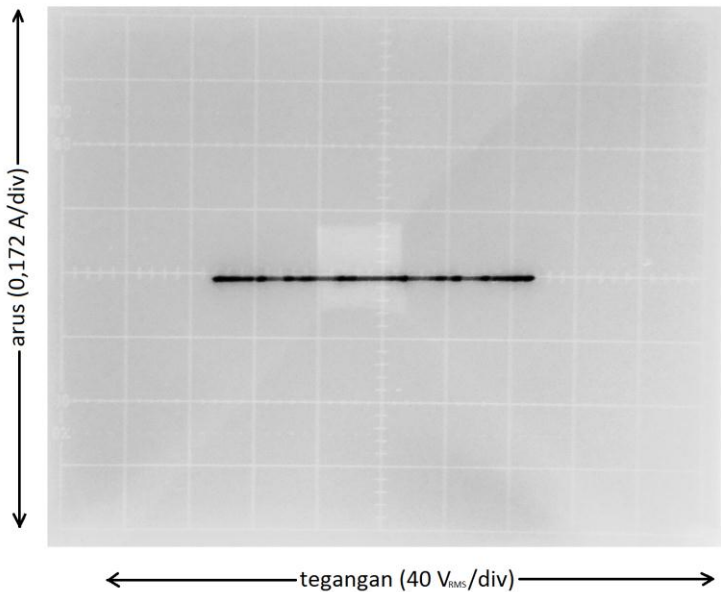
#### C.1. Tanpa beban



Grafik 4.6.25 Tanpa beban

Berdasarkan grafik diatas, pada kondisi tanpa beban didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik generator yang kurang baik sehingga tidak mampu menghasilkan gelombang sinusoida yang baik. Pada grafik arus hanya muncul garis mendatar yang menyatakan bahwa belum ada arus yang mengalir. Nilai tegangan yang terjadi sebesar 195 V.

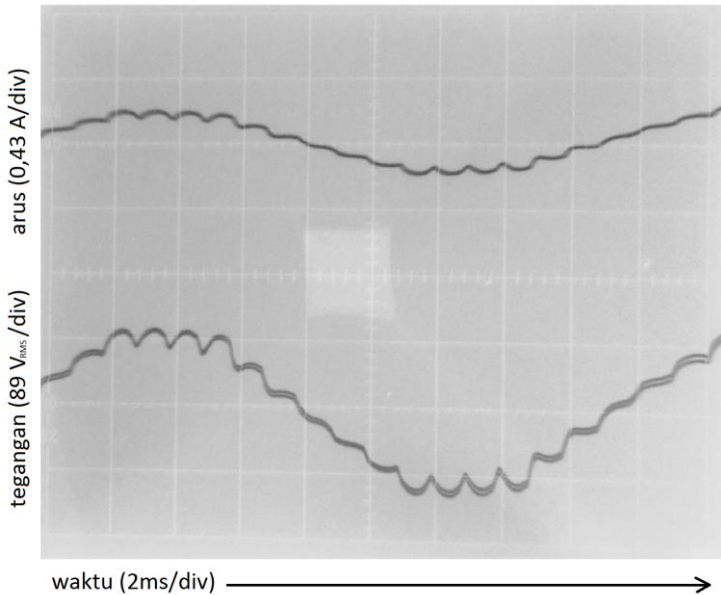




Grafik 4.6.26 Kurva lissajous dari grafik 4.6.25

Pada grafik lissajous, sumbu X mewakili tegangan dan sumbu Y mewakili arus. Berdasarkan grafik diatas muncul garis horizontal yang menyatakan ada tegangan yang terjadi dan belum ada arus yang mengalir.

### C.2. Pembebanan lampu pijar 120 watt

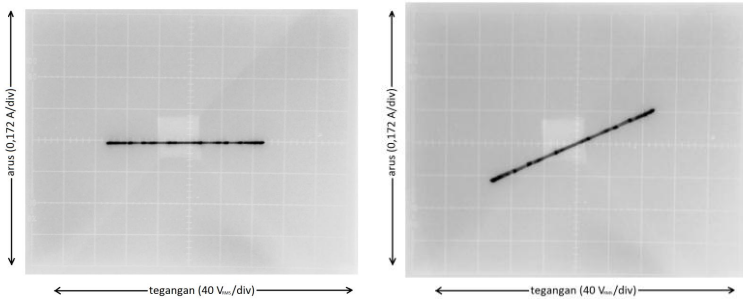


Grafik 4.6.27 Beban lampu pijar 120W

Berdasarkan grafik diatas, pada pembebanan lampu pijar 120 watt didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik generator yang kurang baik sehingga tidak mampu menghasilkan gelombang sinusoida yang baik.

Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang sama kasarnya dengan grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu pijar adalah karakteristik pembebanan resistif, yakni arus beban berbanding lurus dengan

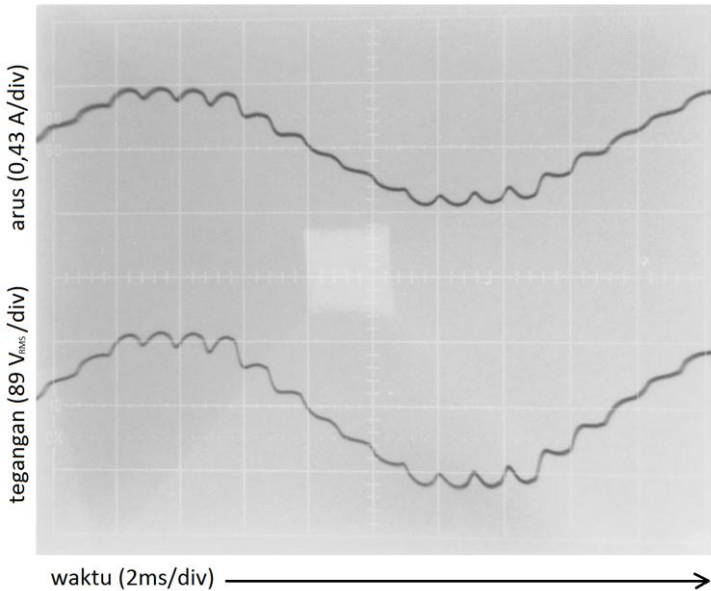
tegangan. Nilai tegangan yang terjadi sebesar 195 V dan nilai arus yang mengalir sebesar 0,43 A.



Grafik 4.6.28 Perbandingan kurva lissajous kondisi tanpa beban dan berbeban lampu pijar 120W.

Pada grafik lissajous, sumbu X mewakili tegangan dan sumbu Y mewakili arus. Berdasarkan grafik sebelah kanan muncul garis diagonal yang menyatakan ada tegangan dan arus yang mengalir. Sedangkan pada grafik sebelah kiri hanya muncul garis horizontal.

### C.3. Pembebanan lampu pijar 240 watt

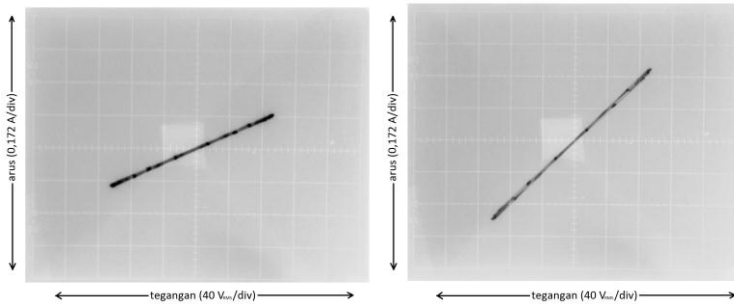


Grafik 4.6.29 Beban lampu pijar 240W

Berdasarkan grafik diatas, pada pembebanan lampu pijar 240 watt didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik generator yang kurang baik sehingga tidak mampu menghasilkan gelombang sinusoida yang baik.

Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang sama kasarnya dengan grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu pijar adalah karakteristik pembebanan resistif, yakni arus beban berbanding lurus dengan

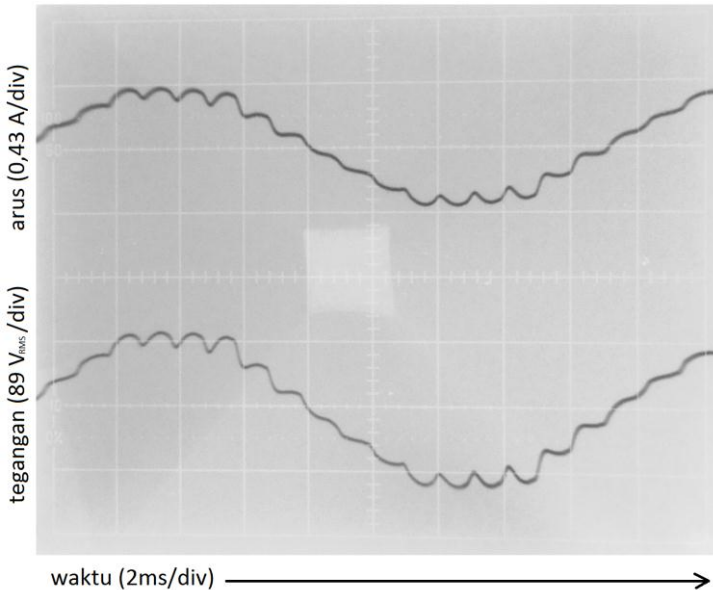
tegangan. Nilai tegangan yang terjadi sebesar 195 V dan nilai arus yang mengalir sebesar 0,774 A.



Grafik 4.6.30 Perbandingan kurva lissajous berbeban lampu Pijar 120W dan 240W.

Pada grafik lissajous, garis diagonal di sebelah kanan lebih tegak daripada garis diagonal sebelah kiri. Hal ini menunjukkan arus pada pembebanan 240 watt lebih tinggi daripada pembebanan 120 watt.

#### C.4. Pembebanan lampu fluorescent 120 watt

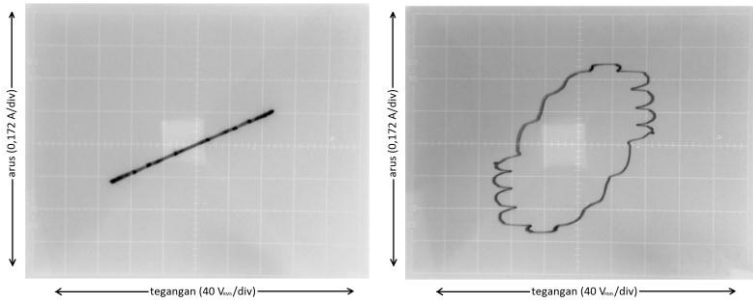


Grafik 4.6.31 Beban lampu fluorescent 120W

Pada pembebanan lampu fluorescent 120 watt didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik generator yang kurang baik sehingga tidak mampu menghasilkan gelombang sinusoida yang baik.

Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang lebih halus dan terdapat jeda waktu ( $\phi$ ) sebesar 2,8 ms lebih lambat dari grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu fluorescent adalah karakteristik pembebanan induktif, yakni arus listrik mengalir lebih lambat daripada

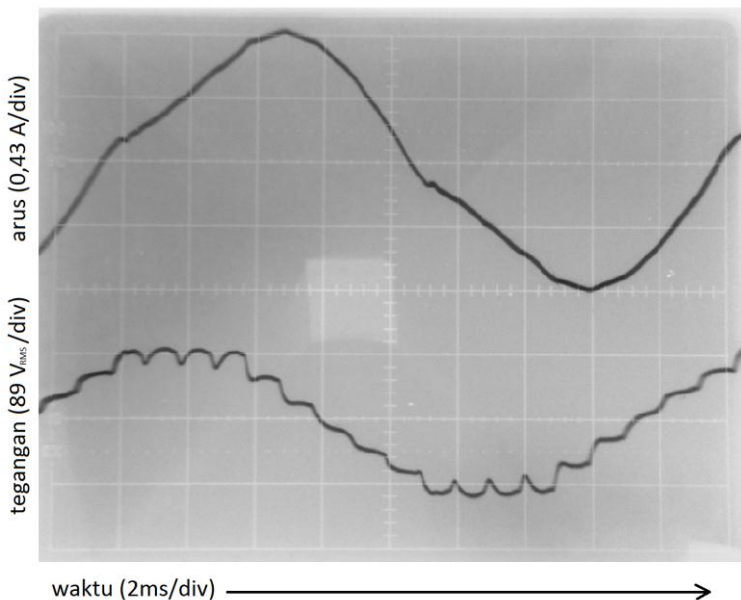
tegangan. Nilai tegangan yang terjadi sebesar 195 V dan nilai arus yang mengalir sebesar 0,86 A.



Grafik 4.6.32 Perbandingan kurva lissajous pembebanan lampu pijar dan fluorescent 120W.

Berdasarkan grafik diatas muncul pola lissajous yang tidak beraturan pada pembebanan lampu fluorescent. Idealnya kurva yang muncul adalah pola lingkaran lonjong diagonal, namun pada kenyataan yang muncul adalah lonjongan tersebut tidak rata. Hal ini berbeda dengan kurva pada saat pembebanan lampu pijar yang hanya muncul garis diagonal seperti halnya pembebanan sebelumnya.

### C.5. Pembebanan lampu fluorescent 240 watt



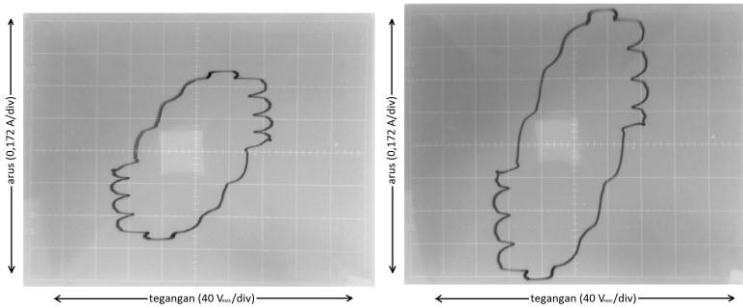
Grafik 4.6.33 Beban lampu fluorescent 240W

Berdasarkan grafik diatas, pada pembebanan lampu fluorescent 240 watt didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang tidak halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik generator yang kurang baik sehingga tidak mampu menghasilkan gelombang sinusoida yang baik.

Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang lebih halus dan terdapat jeda waktu ( $\phi$ ) sebesar 2,8 ms lebih lambat dari grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik pembebanan lampu fluorescent adalah karakteristik pembebanan induktif, yakni arus listrik mengalir lebih lambat daripada



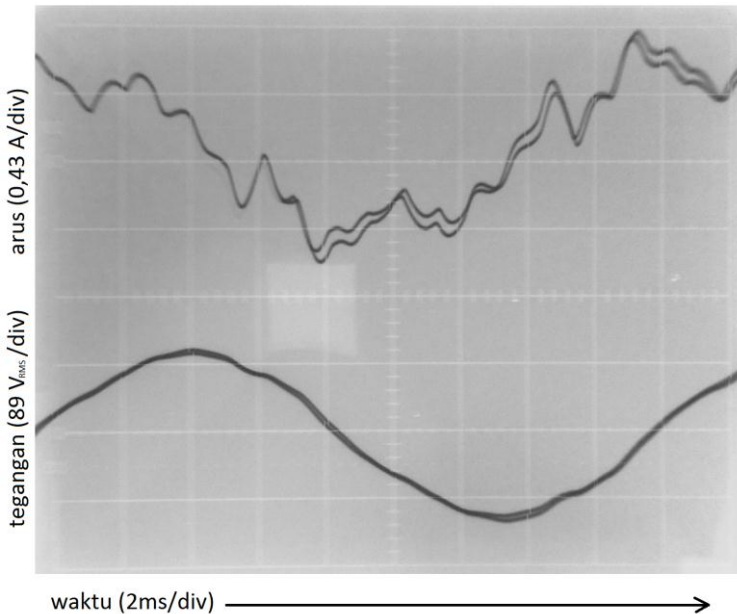
tegangan. Nilai tegangan yang terjadi sebesar 178 V dan nilai arus yang mengalir sebesar 1,72 A.



Grafik 4.6.34 Perbandingan kurva lissajous kondisi beban lampu fluorescent 120W dan 240W.

Pada umumnya pola lissajous yang dihasilkan dari grafik diatas adalah sama. Tetapi sumbu Y pada pembebanan 240 watt lebih tinggi dari pembebanan 120 watt yang menyebabkan grafik relatif lebih vertikal/tegak.

### C.6. Pembebanan lampu fluorescent 120 watt dengan kapasitor

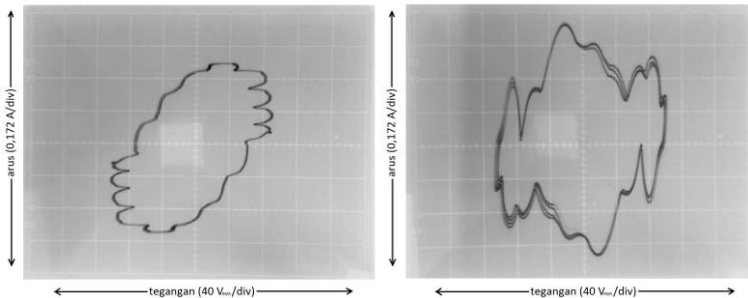


Grafik 4.6.35 Beban lampu fluorescent 120W  
dengan kapasitor

Berdasarkan grafik diatas, pada pembebanan lampu fluorescent 120 watt dengan kapasitor didapatkan grafik tegangan berupa gelombang sinusoida yang lebih halus. Hal ini disebabkan oleh karakteristik kapasitor yang dapat menyimpan listrik sehingga dapat mengimbangi karakteristik gelombang dari generator yang kurang baik

Pada grafik arus muncul gelombang sinusoida yang lebih kasar hal ini terjadi karena dibutuhkan arus untuk mengimbangi kapasitor. Terdapat jeda waktu ( $\phi$ ) sebesar 5,6 ms lebih cepat dari grafik tegangan. Hal ini ditimbulkan karena karakteristik

pembebanan kapasitor adalah karakteristik pembebanan kapasitif, yakni arus listrik mengalir lebih cepat daripada tegangan. Nilai tegangan yang terjadi sebesar 195 V dan nilai arus yang mengalir sebesar 1,462 A.

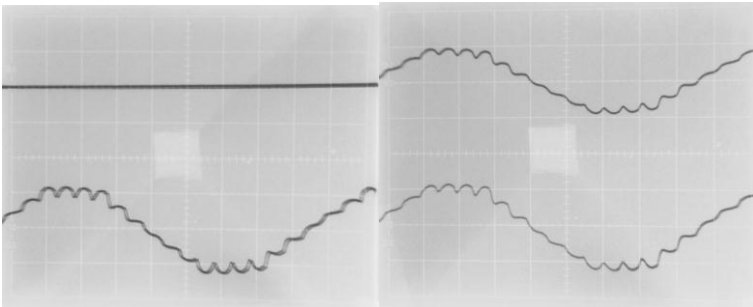


Grafik 4.6.36 Perbandingan kurva lissajous kondisi beban lampu fluorescent 120W tanpa kapasitor dan dengan kapasitor.

Pada grafik lissajous, sumbu X mewakili tegangan dan sumbu Y mewakili arus. Berdasarkan grafik diatas muncul pola lissajous yang tidak beraturan. Idealnya kurva yang muncul adalah pola lingkaran lonjong yang lebih membulat, namun pada kenyataan yang muncul adalah lonjongan tersebut tidak rata. Hal tersebut berbeda dengan grafik pembebanan tanpa kapasitor yang lebih beraturan.

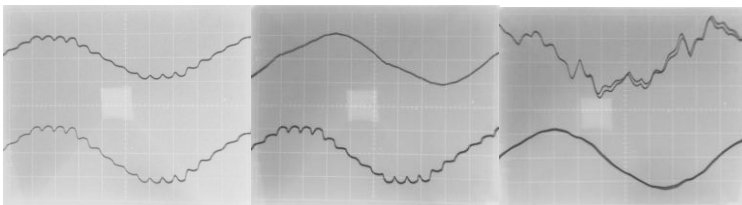
#### 4.7 Analisa Perbandingan Sinyal Listrik Pada Tiap Kondisi

Saat diukur menggunakan osiloskop, generator 2 x 600 VA yang ada di laboratorium listrik kapal ini menghasilkan gelombang listrik dengan tegangan yang tidak stabil, melainkan gelombang sinusoida yang kasar dan bergerigi. Salah satu faktor yang menyebabkan hal ini terjadi adalah kondisi generator yang sudah tidak ideal karena pemakaian.



Gambar 4.7.1 Perbandingan antara tanpa beban dan berbeban

Dalam kondisi tanpa beban, dan berbeban ketika dibandingkan, terjadi perbedaan di grafik arus (atas) yang mana pada kondisi tanpa beban hanya muncul garis horizontal. Ini menandakan belum adanya arus yang mengalir, sedangkan ketika diberikan beban terjadi gelombang yang mana sesuai dengan karakteristik pembebanan. Pada grafik tegangan tidak ada perbedaan signifikan.



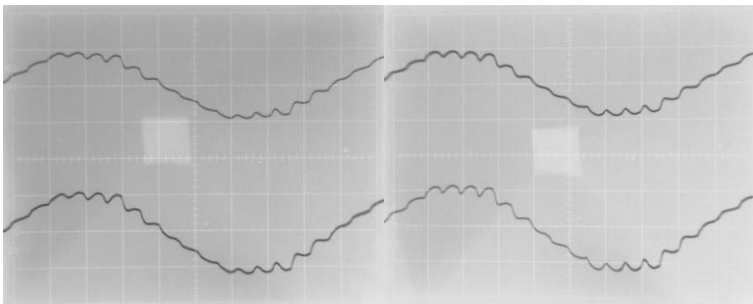
#### Gambar 4.7.2 Perbandingan pembebanan resistif, induktif dan kapasitif

Pada saat diberikan beban resistif, arus yang mengalir berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan. Semakin tinggi beban yang diberikan, semakin tinggi pula amplitudo pada grafik arus.

Pada saat diberikan beban induktif, arus yang mengalir lebih halus daripada saat pembebanan resistif, namun ada jeda waktu antara gelombang arus dengan gelombang tegangan. Hal ini disebabkan karena induktor menyimpan listrik dalam bentuk medan magnet yang membutuhkan waktu untuk membangkitkan medan, sehingga aliran arus tidak merespon gelombang-gelombang yang kecil dan kasar. Serta membuat jeda waktu antara tegangan yang masuk dengan arus dan medan magnet yang dibangkitkan.

Pada saat diberikan beban kapasitif, tegangan menjadi lebih stabil dengan halusnya gelombang pada grafik tegangan, namun pada grafik arus menjadi semakin kasar. hal ini terjadi karena kapasitor memiliki sifat menyimpan listrik dalam bentuk muatan yang dapat meredam gelombang tegangan kecil yang kasar, untuk mengimbangnya peredaman tegangan dibutuhkan arus listrik maka yang terjadi adalah gelombang arus menjadi lebih kasar.

Jeda yang terjadi pada pembebanan kapasitif juga dikarenakan oleh sifat kapasitor yang menyimpan muatan listrik. Sebelum tegangan naik, kapasitor sudah mulai menghisap arus sebanyak-banyaknya sehingga muncul gelombang puncak pada grafik arus. Pada posisi puncak, muatan kapasitor sudah cukup untuk mensuplai beban, sehingga arus dari generator tidak lagi dibutuhkan sehingga grafik menurun. Fase arus yang selalu mendahului ini yang menyebabkan jeda antara tegangan dan arus.



Gambar 9.7.3 Perbandingan antara generator tunggal dan diparalelkan

Pada saat diparalelkan tidak terjadi perubahan signifikan pada gelombang yang dihasilkan sistem generator. pola gelombang sinyal listrik yang dihasilkan generator sama seperti halnya saat generator berkerja sendirian.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, antara lain:

1. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator idealnya adalah berbentuk gelombang sinusoida murni (pure sinewave). Namun pada percobaan ini, tegangan yang dihasilkan tidaklah gelombang sinusoida murni melainkan gelombang sinusoida kasar yang bergeligi.
2. Pada saat diberikan beban resistif, arus yang mengalir berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan. Ketika tegangan yang diberikan tidak halus maka arus yang dihasilkan juga tidak mulis. Pada saat diberikan beban induktif, arus yang mengalir lebih halus. Sedangkan pada saat diberikan beban kapasitif, tegangan menjadi halus, namun pada arus menjadi semakin kasar karena dibutuhkan arus untuk mengimbangi tegangan yang tidak stabil. Jeda juga terjadi pada pembebanan kapasitif dan induktif. Pada pembebanan induktif terjadi lagging sebesar 2,8 ms dan pada pembebanan kapasitif terjadi leading 5,6 ms. Pada saat diparalelkan tidak terjadi perubahan signifikan pada gelombang yang dihasilkan oleh sistem generator.
3. Idealnya pada kondisi terbaik, gelombang tegangan yang dihasilkan generator adalah gelombang sinusoida, begitu juga arus yang mengalir baik pada pembebanan resistif, induktif maupun kapasitif seharusnya tetap menghasilkan gelombang yang halus dengan jeda waktu ( $\phi$ ) sesuai karakteristik beban.

### **Saran**

Dari hasil pengerjaan tugas akhir saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut::

1. Untuk penelitian selanjutnya bisa meneliti tentang hal hal lain yang dapat diukur menggunakan Feedback CS-4125.
2. Dapat diteliti tentang penyebab terjadinya gelombang listrik dari generator yang tidak halus selain karena faktor usia.
3. Untuk praktisi dan industri penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk improvisasi teknologi.



## DAFTAR PUSTAKA

Al-khazali, Hisham A.H., Askari, Mohamad R., 2012, *Geometrical an Graphical Representations Analysis of Lissajous Figures in Rotor Dynamic System*, IOSR Journal of Engineering Vol. 2.

Chen, Ben M., Ko, C.C., 2000, *A Large-scale Web-based Virtual Oscilloscope Laboratory Experiment*, Engineering Science And Education Journal.

Fuchs, Ewald F., Masoum, Mohammad A.S., 2008, *Power Quality in Power Systems and Electrical Machines*, Elsevier.

Hayakawa Naoki, Okubo Hitoshi, 2005, *A Novel Technique for Partial Discharge and Breakdown Investigation Based on Current Pulse Waveform Analysis*, IEEE Journal.

Kularatna, Nihal (2003), *"Fundamentals of Oscilloscopes", Digital and Analogue Instrumentation: Testing and Measurement*, Institution of Engineering and Technology.

Listen, E.C., 1988, *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Erlangga, Jakarta.

Maggu, C., Pahuja, S.K., 2015, *CRO based Single Phase Parameter Measurement of Electrical Supply*, International Journal of Computer Applications Vol. 131.

Weedy, B.M., Cory, B.C., 2012, *Electric Power Systems*, John Wiley & Sons, Sussex.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Lissajous\\_curve](https://en.wikipedia.org/wiki/Lissajous_curve)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sampang, 15 Maret 1992, anak kedua dari pasangan Alm. Drs. Nashuka dan Maghfuroh. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dewi Sartika, MI Brawijaya I Trowulan, SMP A. Wahid Hasyim Tebuireng, dan SMA A. Wahid Hasyim Tebuireng Jombang. Kemudian jenjang pendidikan dilanjutkan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Program S1 Reguler Departemen Teknik Sistem Perkapalan. Di Departemen Teknik Sistem Perkapalan ini, penulis mengambil bidang studi Marine Electrical and Automation System (MEAS). Selain mengikuti perkuliahan, penulis juga aktif dalam organisasi kemahasiswaan. Berbagai kegiatan dan seminar telah diselenggarakan dan diikuti baik di tingkat regional maupun nasional. Selain itu penulis juga memiliki hobi di bidang olahraga dan kesenian.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*